

ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL EN EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN ANTIOQUIA

JULIO ORLANDO CASTRO GUAMÁN
Proyecto de Grado

Asesor
Ph.D. Mario Enrique Vargas Sáenz

ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN

MAESTRÍA EN GERENCIA DE EMPRESAS SOCIALES PARA LA INNOVACIÓN
SOCIAL Y EL DESARROLLO LOCAL

2021

Índice de Contenido

Resumen.....	6
Introducción	7
El Problema, Justificación y Objetivos.....	12
Planteamiento del Problema.....	12
Justificación.....	16
Objetivos y Objeto de la Investigación	18
Objeto de la Investigación	18
Objetivos.....	19
Marco Teórico.....	20
Residuos - Desechos.....	20
Economía Circular.....	24
Economía Circular Sostenible en Lugar de Economía de Flujo Continuo	27
Tipo de lugar de disposición final	29
Relleno Sanitario	30
Vida útil del de disposición final.....	30
Tipo de aprovechamiento	30
Cantidad de aprovechamiento	31
Cantidad de residuos generados	31
Cantidad dispuesta.....	31
Metodología	34
Manejo de Residuos Sólidos.....	37
Residuos y Estado del Manejo en el Mundo y América Latina	37
De los Desarrollos en la Gestión de Residuos en Colombia: Hacia una Economía Circular Sostenible.	41
Análisis normativo.....	41
Marco Legal en Orden Cronológico.....	53
Manejo de Residuos Sólidos y Economía Circular en Antioquia: El Proceso de Transformación	54
Estado Actual del Manejo de Residuos Sólidos en Antioquia	55
El Departamento: Antioquia.....	56
Basura Cero	57
Rellenos	60

Generación.....	61
Disposición y Aprovechamiento	66
Vida Útil	68
Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos - PGIRS	70
Conclusiones	75
Recomendaciones	79
Bibliografía	83

Índice de Figuras

Proyección global a 2030 de la extracción de recursos	16
Esquema general de la economía circular.....	26
Esquema de categorías.....	34
Disposición de residuos sólidos y tratamiento en América Latina y el Caribe.....	42
Indicadores para evaluar el avance hacia la economía circular en Colombia.....	54
Corporaciones Autónomas Regionales y sus respectivas jurisdicciones	61
Tipo y número de rellenos en el Departamento de Antioquia.....	62
Tipo de lugar de disposición final.....	64
Generación RSU 2018	65
Generación per cápita RSU 2018.....	65
Generación RSU en las subregiones del Departamento	68
Vida útil de los rellenos sanitarios en Antioquia.....	71
Estado y vigencia de los PGIRS jurisdicción Corpourabá.....	73
Estado y vigencia de los PGIRS jurisdicción Cornare.....	74
Estado y vigencia de los PGIRS jurisdicción Corantioquia.....	75
Estado y vigencia de los PGIRS jurisdicción Corantioquia.....	76
Estado y vigencia de los PGIRS jurisdicción Corantioquia.....	77

Índice de Tablas

Tabla 1 Generación Subregión Antioquia	67
Tabla 2 Disposición Subregión Antioquia	69
Tabla 3 Aprovechamiento Subregión Antioquia.....	70

Resumen

Este trabajo analiza el estado actual en el manejo de residuos sólidos y la economía circular en el Departamento de Antioquia. Realizando un análisis exploratorio de las políticas gubernamentales, del proceso histórico y normativo como tal, de la bibliografía sobre el tema y de los datos recolectados de las fuentes primarias.

En Antioquia, al igual que en Colombia, se puede concluir que el estado actual de los en el manejo de residuos sólidos presenta una tendencia evolutiva hacia una crisis, pues, la vida útil de la mayoría de sistemas de disposición final, que en Colombia es el relleno sanitario, no supera los 12 años. Y las políticas – Proyecto Basura Cero, Economía Circular, Reducción y Aprovechamiento, entre otros - adoptadas para resolver, o al menos, mitigar el problema, requieren más tiempo para su implementación, mayor presupuesto y mayor voluntad de ejecución.

A pesar de esta conclusión, el estado actual es también una oportunidad para desarrollar iniciativas o proponer recomendaciones que ayuden a solventar la crisis venidera.

Palabras clave: residuos sólidos, economía circular, relleno sanitario, basura cero, reducción, reciclaje, aprovechamiento.

Introducción

El manejo de residuos sólidos y la economía circular forman parte de una estrategia integral de desarrollo sostenible. El término “desarrollo sostenible” fue acuñado en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo de 1992 en Río de Janeiro. El término describe la manera de alcanzar el equilibrio entre lo ecológico, económico y lo social. Para este propósito los residuos sólidos y no sólidos deben evitarse o reciclarse, o entrar en una economía circular, y en este sentido en Colombia se ha propuesto que:

Reconociendo que una economía productiva, eficiente y sostenible, requiere de esquemas que permitan repensar, reutilizar, reparar, restaurar, remanufacturar, reducir, reproponer, reciclar y recuperar los residuos y materiales, el Gobierno de Colombia presentó en noviembre de 2018 la “Estrategia Nacional de Economía Circular”.

(Cancillería de Colombia [Cancillería], 2021)

Y bajo este contexto, la economía y la sociedad deben y tienen que ajustarse al contrato del desarrollo sostenible intergeneracional, que exige un consumo mínimo relativo de energía y recursos para alcanzar la máxima calidad de vida. El desarrollo sostenible en la gestión de residuos y reciclaje requiere básicamente un uso eficiente de los recursos e incluir una dinámica en la economía circular. En cualquier caso, hacer un uso cuidadoso de los recursos requiere ciclos o procesos cerrados en el manejo de material de desecho. Es preferible un reciclaje de materiales ecológica y económicamente justificable a cualquier eliminación. Para que este desarrollo sea posible depende de todos, y de tomar decisiones racionales y sensatas, lo que significa que, en cuanto a la política, ésta puede proporcionar el marco, pero el desafío radica principalmente en la economía, en las áreas de producción y comercio, pero también en los consumidores, en la elección de su forma de consumo.

En las últimas tres décadas, la gestión de residuos sólidos ha desarrollado procesos en los cuales se ha pasado del desecho, el descarte y la eliminación, a procesos de reutilización y reciclaje. En el avance del manejo de residuos se ha introducido el concepto de economía circular. En Colombia la economía circular se estableció recientemente, no hace más de un par de años. El propósito de la economía circular consiste en conservar los recursos naturales y garantizar la eliminación de residuos de manera respetuosa con el medio ambiente. El manejo de residuos antes de la eliminación debe pasar por el reciclaje como principio.

Colombia se encuentra actualmente en una fase de industrialización y urbanización. El crecimiento económico sin salvaguardas ecológicas (como las de la REDD++)¹ o sin principios de conservación ha conducido, por un lado, a la contaminación del medio ambiente y por otro lado, a la escasez de recursos, lo que es un obstáculo para el desarrollo sostenible. Por ello en los últimos años, la idea de una economía circular se ha convertido en un tema para la política nacional.

La economía circular se basa en el ciclo de los materiales de la naturaleza y tiene como objetivo conservar los recursos y utilizarlos de manera más eficiente. Con el ingreso de Colombia a la *Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos* - OCDE (2018)², ya no solamente el país tiene la exigencia de un crecimiento rápido en lo económico para alcanzar los estándares del grupo, sino también, tiene la exigencia de la sostenibilidad, y

1 Es el Programa de colaboración de las Naciones Unidas para la Reducción de Emisiones de la Deforestación y la Degradación de los bosques en los países en desarrollo (Programa ONU-REDD) se lanzó en 2008 y se basa en el poder organizador y los conocimientos técnicos de la FAO, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y ONU medio ambiente. El Programa ONU-REDD brinda apoyo a los procesos de REDD+ dirigidos a nivel nacional y promueve la participación consciente y significativa de todas las partes interesadas, en particular, los pueblos indígenas y otras comunidades que dependen de los bosques en la implementación de REDD+ a nivel nacional e internacional. Con el Programa ONU-REDD, los esfuerzos de preparación de los países han comenzado a mostrar resultados significativos que llevarán a acciones para los pagos basados en resultados.

2 El proceso se inició en 2013 dice la OCDE: Colombia completó los procedimientos internos de ratificación de la Convención de la OCDE y depositó su instrumento de adhesión. Esto concluye exitosamente el proceso de adhesión que inició en 2013.

en ello, la OCDE recomienda que para un uso eficiente y sostenible de recursos, la economía circular serviría para lograr muchos de los objetivos. Entre los cuales, uno de ellos es la protección de los recursos naturales y el medio ambiente. Sin embargo, frente a esta exigencia o recomendación, el manejo de residuos sólidos y la economía circular es todavía incipiente en Colombia, como se dijo antes, lleva un par de años, solamente hasta el 2018 se presentó la “Estrategia Nacional de Economía Circular”. Así, la investigación sistemática en gestión y manejo de residuos sólidos y economía circular comenzó demasiado tarde, parte fundamental para el desarrollo de la misma y para la protección de los recurso y el medio ambiente.

Por otra parte, hay que reconocer que el tema del manejo de residuos sólidos se viene manejando mucho antes, desde gobiernos nacionales anteriores se vienen reglamentando las acciones que se deben realizar para el manejo adecuado de los residuos sólidos en el territorio nacional. Por ejemplo, el documento CONPES³ 3530 del año 2008, expedido por el Departamento Nacional de Planeación -DNP, establece lineamientos y estrategias para fortalecer el servicio público de aseo en el marco de la gestión integral de residuos sólidos. A través de esta norma se plantea ajustar las condiciones técnicas para la ejecución de proyectos en el marco de la gestión integral de los residuos sólidos, mejorar el desarrollo empresarial en la prestación de los componentes del servicio público de aseo, propender por el desarrollo de esquemas financieros eficientes y promover el establecimiento de esquemas organizados de aprovechamiento.

3 Consejo Nacional de Política Económica y Social - CONPES - fue creado por la Ley 19 de 1958. Ésta es la máxima autoridad nacional de planeación y se desempeña como organismo asesor del Gobierno en todos los aspectos relacionados con el desarrollo económico y social del país. Para lograrlo, coordina y orienta a los organismos encargados de la dirección económica y social en el Gobierno, a través del estudio y aprobación de documentos sobre el desarrollo de políticas generales que son presentados en sesión.

Teniendo en cuenta estos antecedentes, en el Departamento de Antioquia se adoptó la ordenanza No. 10 del 26 de abril de 2016, mediante la cual se crea el programa “*Basura Cero*”. Instrumento para el manejo integral de residuos sólidos en los municipios para mejorar las condiciones de vida y el medio ambiente. El programa plantea la recuperación de los residuos hasta un 80 % dejando solo el 20 % para la disposición final en los rellenos autorizados en el Departamento. Dentro de las estrategias planteadas en la ordenanza se encuentran las siguientes: Estrategias de producción sostenible, reducir los desechos, reducir el consumo de desechos, estrategias de compostaje o biodegradación integral de materiales orgánicos, generar procesos de participación ciudadana, investigación y desarrollo, gestión integral de residuos especiales y/o peligrosos, estrategias en educación en el manejo de residuos sólidos, promover la cultura del manejo de los residuos sólidos desde la fuente en la comunidad y el sector productivo. El actual gobierno departamental - UNIDOS POR LA VIDA 2020-2023 - tiene el programa “*Basura Cero*” articulado al Plan de Desarrollo Departamental, haciendo énfasis en su línea No. 3 “NUESTRO PLANETA”, componente 1: Antioquia Hábitat Sostenible-Programa 6 “Gestión Integral de Residuos Sólidos”. De esta manera, el Departamento de Antioquia viene desarrollando acciones tendientes al mejoramiento de los indicadores de prestación de servicio de aseo mediante la recolección, transporte, disposición final, transformación y aprovechamiento.

Teniendo en cuenta estos referentes, se analiza en esta investigación proceso de transformación del manejo de los residuos sólidos a través del desarrollo legal, el estado de los diferentes sistemas de disposición final y aprovechamiento, los proyectos de gestión de residuos y la economía circular en el Departamento de Antioquia. Ello, con el objetivo de establecer un diagnóstico o estado actual de gestión de residuos sólidos y economía circular en el Departamento de Antioquia. El estudio comenzará por presentar la construcción

conceptual del manejo de residuos sólidos y la economía circular en Colombia y un pequeño esbozo en la América Latina, luego crear un diagnóstico en el manejo de los residuos sólidos, en particular el relleno sanitario y el programa basura cero y hacer algunas sugerencias entorno a las estrategias de manejo.

El Problema, Justificación y Objetivos

Planteamiento del Problema

Siguiendo las declaraciones de Tanzey y Zacune (2015) donde afirman que “los residuos son uno de los productos generados por nuestro sistema socioeconómico” (p. 3), se puede decir que, el crecimiento económico y la creciente prosperidad se correlacionan con un aumento del daño ambiental y el consumo de recursos. Los problemas medioambientales obligan cada vez más a armonizar la ecología, la economía y la sociedad a través de soluciones rentables para la protección del medio ambiente en el planeta tierra.

En particular, los residuos provocan los siguientes problemas medioambientales y de recursos:

- Contaminación ambiental de vertederos, en particular a través de la formación de gas de vertedero y lixiviados cuando se descomponen los desechos orgánicos.
- Contaminación por transporte, clasificación y pre-tratamiento, especialmente por incineración.
- Escasez de materias primas primarias, ya que los materiales valiosos de los residuos se pierden después del vertido.
- Escasez de áreas de vertedero o rellenos, ya que las propiedades geológicas del suelo apenas permiten vertederos adicionales y los sistemas de sellado y drenaje artificiales solo son funcionales por un período limitado.

Entre tanto, teniendo en cuenta el modelo de economía circular, el mapeo de las condiciones para el desarrollo sostenible, los procesos del ciclo del ecosistema, los residuos resultantes de la fase de producción y consumo que deben reintroducirse en la medida de lo posible en el proceso de producción como insumos, se pueden determinar los problemas

arriba mencionados, y además, señalar que el problema de los recursos, la extracción, la producción, el aprovechamiento, la reintroducción y la disposición son finitos y que sin el principio del ciclo cerrado en un mundo finito, los procesos de producción actuales no tendrán futuro. En un futuro previsible, los recursos fósiles utilizados anteriormente como fuentes de energía y materia prima se agotarán. Mientras, por otro lado, será inevitable que los vertederos disponibles para los desechos y residuos de la producción se agoten y no sea posible encontrar los espacios adecuados para continuar con ello.

En la conferencia de la ONU en Río de Janeiro en 1992, se declaró el desarrollo sostenible como modelo. El modelo de desarrollo sostenible incluye, entre otras cosas, *asegurar el uso sostenible de los recursos naturales*, tal como se formuló en la Agenda 21⁴. Luego, en la Cumbre Mundial de Johannesburgo sobre desarrollo sostenible en 2002, la atención se centró en iniciativas que aceleraran el cambio hacia el consumo y la producción sostenibles y redujeran el agotamiento de los recursos, la contaminación y el desperdicio. El plan de implementación fue adoptado en la Cumbre 36 y tiene un párrafo (22) que establece la siguiente prioridad:

Evitar la producción de desechos o reducirla al mínimo y aumentar al máximo la reutilización, el reciclado y el empleo de materiales alternativos inocuos para el medio ambiente, con la participación de las autoridades gubernamentales y de todos los interesados, con objeto de reducir al mínimo los efectos adversos para el medio ambiente y aumentar el rendimiento de los recursos, y prestar asistencia financiera,

4 Programa 21, es un plan de acción exhaustivo que habrá de ser adoptado universal, nacional y localmente por organizaciones del Sistema de Naciones Unidas, Gobiernos y Grupos Principales de cada zona en la cual el ser humano influya en el medio ambiente. Agenda 21, es la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, y la Declaración de Principios para la Gestión Sostenible de los Bosques se firmaron por más de 178 países en la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (UNCED), que tuvo lugar en Río de Janeiro, Brasil entre el 3 y el 14 de junio de 1992.

técnica y de otra índole con ese fin a los países en desarrollo. Ello entrañaría la adopción, en todos los planos, de medidas encaminadas a:

- a) Establecer sistemas de gestión de desechos que asignen la más alta prioridad a prevenir o reducir al mínimo la generación de desechos y a reutilizarlos y reciclarlos, así como instalaciones para la eliminación ecológicamente racional de los desechos; idear tecnologías para aprovechar la energía de los desechos; promover iniciativas para el reciclado de desechos en pequeña escala que faciliten la gestión de los desechos urbanos y rurales y ofrezcan oportunidades de generar ingresos, y obtener apoyo internacional para los países en desarrollo a este respecto;
 - b) Fomentar la prevención y la reducción al mínimo de la generación de desechos alentando la producción de bienes de consumo reutilizables y de productos biodegradables y estableciendo la infraestructura necesaria.
- (A/CONF.199/20)

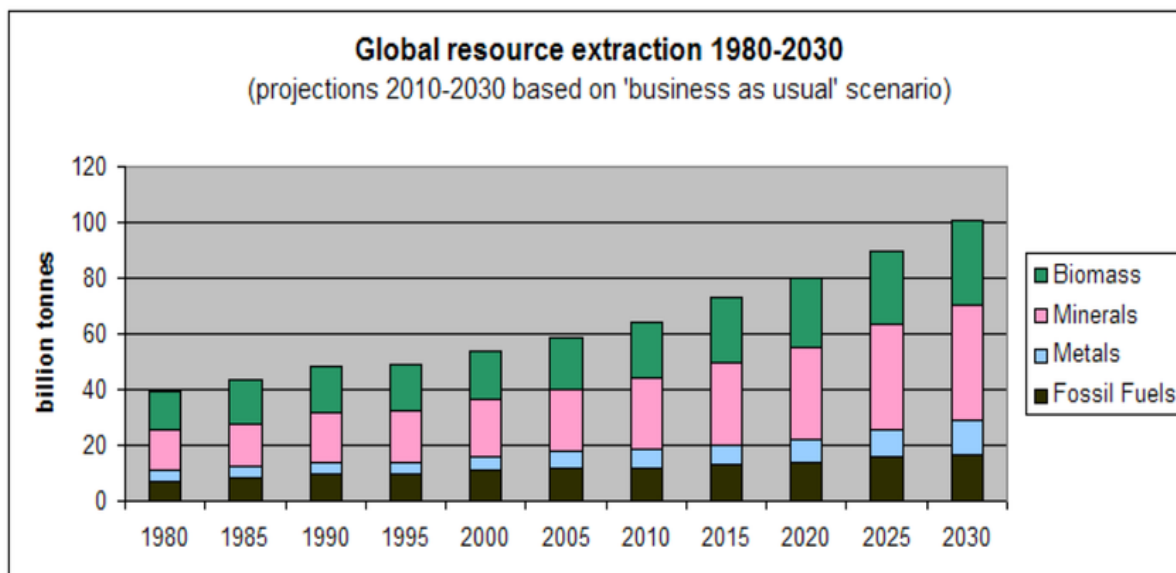
Por lo tanto, los llamados de las Naciones Unidas y la prioridad al tema en cuestión, muestra un mundo que se enfrenta a numerosos desafíos medioambientales, solamente la proyección que muestra la figura 1 sobre la extracción global de recursos 1980-2030 devela lo que podría ser los resultados sobre los desechos y la contaminación urbana e industrial. Por ello, el tema se considera muy importante en todo el mundo. Las corporaciones y ciudadanos internacionales y nacionales tienen la obligación de prestar mayor atención al desarrollo como tarea global y colectiva, porque según Bleischwitz (2010):

The expected increase in global population and high economic growth rates will strongly raise extraction and the consumption of materials. Though not many global scenarios address the issue yet, those available anticipate further increases and a total

resource extraction of around 80 billion tonnes in 2020 and over 100 billion tonnes in 2030, i.e. more than a doubling between 2000 and 2030 [El aumento esperado de la población mundial y las altas tasas de crecimiento económico aumentarán fuertemente la extracción y el consumo de materia prima. Aunque todavía no hay muchos escenarios globales que señalen el problema, existen aquellos que, más allá de lo mencionado, anticipan una extracción total de recursos cerca de 80 mil millones de toneladas en 2020 y más de 100 mil millones de toneladas en 2030, es decir, más del doble entre 2000 y 2030]. (p. 5)

Bajo este escenario Colombia se suma a la política pública mundial denominada “*Basura Cero*”, la cual, en el Departamento de Antioquia se crea mediante la Ordenanza No. 10 del 22 de abril de 2016, sin embargo, en la actualidad no cuenta con los recursos suficientes para la implementación de las acciones que se dejaron planteadas en la política pública. Así mismo, en los municipios de Antioquia existe una infraestructura insuficiente para el manejo de los residuos sólidos, se presenta la necesidad de complementar y potencializar el procesamiento de los residuos sólidos con tecnologías y metodologías actuales, propender porque los residuos sólidos sean una oportunidad y no una carga. A lo anterior, se suma la desarticulación entre los diferentes actores como son; los gobiernos locales, las organizaciones ambientales y comunales las universidades, las diferentes empresas públicas y privadas que tiene presencia en cada territorio.

Considerando lo anterior, la pregunta de esta investigación es ¿Cuál es el estado actual del manejo de residuos sólidos en el Departamento de Antioquia y la implementación de la economía circular?

Figura 1*Proyección global a 2030 de la extracción de recursos*

Nota: La fuente original tomada de SERI/FoE/Global 2000: 2009 y citada por Bleischwitz. 2010.

Justificación

Este trabajo de investigación se da en el marco de una preocupación por el futuro de la humanidad, pues, fenómenos como la disposición final de basuras, el manejo que se le da a ello y la introducción de nuevas formas, maneras, pensamientos y cultura en la producción, consumo y disposición de residuos, afirman las condiciones que mejoran las condiciones medioambientales que permiten la supervivencia de la humanidad o las empeoran. Un ejemplo de ello es la conducta humana que ha llevado a acelerar el cambio climático.

De hecho, en el mundo, hoy en día, se observa que las materias primas son cada vez más escasas, la energía más cara y, al mismo tiempo, aumenta la cantidad de residuos. Además, la contaminación del suelo, el aire y el agua representa un riesgo para el desarrollo sostenible en todo el mundo. Los problemas de eliminación de desechos se ven agravados por los cambios en los patrones de consumo, el desarrollo industrial y la urbanización. Muchos países en desarrollo y economías emergentes se enfrentan al gran desafío de mejorar sus sistemas de gestión de desechos. Los residuos ya no deben depositarse en rellenos informales, basureros ilegales o incinerarse al aire libre, y tampoco deben terminar en ríos o quebradas, lo que genera gases de efecto invernadero dañinos para el clima a medida que se descomponen. Los desechos plásticos en el océano causan un daño considerable a la flora y la fauna y llegan a la cadena alimentaria humana. Y aunque la economía circular se considera cada vez más a nivel internacional como una necesidad y una oportunidad, las soluciones al problema de los residuos todavía no parece ser una realidad en la práctica. Y si esta realidad, no se ha logrado mostrar en los países de mayor desarrollo, está claro que en Colombia, un país hasta el momento de esta investigación considerado de renta media⁵, estará a años de ser un hecho. Por lo tanto, revisar el estado actual del manejo de residuos sólidos y la economía circular en el Departamento de Antioquia, es contribuir con parte del diagnóstico sobre el tema y pensar la posibilidad real de esbozar algunas estrategias de solución a los problemas encontrados.

5 Renta media, es una categoría de clasificación utilizada por el Banco Mundial para clasificar a los países según sus ingresos de renta per cápita. La renta per cápita es la relación que hay entre el PIB del país y la cantidad de personas que allí habitan.

Objetivos y Objeto de la Investigación

Objeto de la Investigación

En la introducción, se identificaron los dos conceptos principales de esta investigación, que son gestión de residuos sólidos y reciclaje, y economía circular, al mismo tiempo, se confrontan los problemas ambientales que enfrenta el país y el departamento, en especial, en relación al manejo inadecuado de residuos sólidos. Se analiza, entonces, la necesidad y urgencia de desarrollar la economía circular. La economía circular sostenible se considera un objetivo central.

En la segunda parte, capítulo 3, se realiza un análisis sistemático del proceso de transformación de los residuos y la economía circular en Antioquia a través de la normatividad.

La base de esta disertación considera la historia y el desarrollo histórico de la gestión de residuos y reciclaje, así como la Ley de residuos y reciclaje en Colombia y Antioquia. Sobre esta base, se examinarán los efectos de cada actor individual y sus interacciones en este proceso de transformación. También se analizan las causas del inicio tardío del desarrollo de la economía circular en Colombia

- 1) Conceptos básicos, primero, se identifican los conceptos básicos de gestión de residuos y reciclaje, que forman los bloques de construcción para el siguiente análisis sistemático.
- 2) Significado del término residuos en el ámbito internacional y nacional.

Objetivos

Objetivo General. Realizar un diagnóstico en el manejo de los residuos sólidos en el Departamento de Antioquia.

Objetivos Específicos.

- Revisar la normatividad vigente.
- Revisión sistemas de disposición y/o aprovechamiento de residuos sólidos en el Departamento de Antioquia.
- Revisión de las estrategias de aprovechamiento de residuos orgánicos en el Departamento de Antioquia.
- Conocer y dimensionar la problemática de los residuos sólidos en el departamento y establecer los sistemas de gestión de estos.

Marco Teórico

Aquí se establecerán las principales categorías de análisis para la investigación.

Residuos - Desechos

Cada vez más las leyes nacionales y los acuerdos internacionales determinan qué sustancias y objetos deben considerarse residuos, es decir, que materiales o productos son objeto de reciclado, eliminación, transporte y almacenaje. En las diferentes legislaciones sobre residuos, tanto a nivel nacional como internacional, la definición del término residuo juega, no solamente un papel esencial, si no central.

El contenido que se asigna al término residuo tiene consecuencias directas tanto para el productor como para el propietario, y ello es decisivo para valorar la responsabilidad de ambos. En cuanto a prevención, separación, reciclaje, recuperación y eliminación, la política e iniciativas internacionales cada vez son más claras y obligatorias para el propietario de residuos.

Toda la claridad anterior, ha sido producto después de que se habían producido casos cada vez mayores de envíos de desechos peligrosos para el medio ambiente. Por ejemplo, a comienzos de los 80s, especialmente en países con bajos estándares de eliminación y baja capacidad de control, la OCDE identificó un manejo inadecuado de desechos como materiales radiactivos destinados a la eliminación. En el 2000 (Jenkins, Martinez, Palmer, and Podolsky) explicaban para los Estados Unidos - misma época del hallazgo de la OCDE- de que los rellenos sanitarios (y a pesar de las estrictas medidas medioambientales) y las tasas o tarifas que se cobraban llegarían evidentemente a una crisis, como de hecho sucedió “space was growing scarce and that a landfilll “crisis” was inevitable [El espacio para rellenos se

estaba volviendo escaso y una crisis de rellenos era inevitable]” (p. 1) . Y es que desde los 80’s se viene manejando los residuos sólidos con dos medios principalmente - estrategia, mecanismo, llámese como se quiera- El relleno sanitario y el cobro de tarifas por la disposición de ellos. Sin embargo, los autores arriba mencionados demostraron con cifras que dicha crisis se pudo mitigar gracias a la introducción del mecanismo del reciclado y de el cambio en el modelo de tarifa, que pasó de una tarifa única o plana a una tarifa diferencial que consistía en cobrarle al propietario del residuo, no una tarifa única, sino una tarifa de acuerdo con el peso, volumen, tipo de material, entre otros, a disponer en el relleno. Pero este último tema se hablará más adelante.

De acuerdo con el artículo. 2 numeral. 1 del Convenio de Basilea emitido por el PNUMA (22 de marzo de 1989) Por desechos “se entienden las sustancias u objetos a cuya eliminación se procede, se propone proceder o se está obligado a proceder en virtud de lo dispuesto en la legislación nacional”.

Entre tanto, según la definición alemana en la Sección 3 (1) KrW- / AbfG⁶ (1996), desperdicio es “cualquier objeto móvil que cae dentro de los grupos enumerados en el apéndice I de la ley y que su propietario descarta, quiere descartar o tiene que descartar”⁷

En este sentido, el concepto de residuo en la ley alemana coincide literalmente con la Directiva del Parlamento Europeo y el Consejo en su artículo 3 numeral 1 “residuo, cualquier sustancia u objeto del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención o la obligación de desprenderse”

6 KrW-/AbfG Kreislaufwirtschaft- und Abfallgesetz [Ley de economía circular y ley de desechos]

7 El texto en alemán es el siguiente: (1) Abfälle im Sinne dieses Gesetzes sind alle beweglichen Sachen, die unter die in Anhang I aufgeführten Gruppen fallen und deren sich ihr Besitzer entledigt, entledigen will oder entledigen muss.

A diferencia del derecho internacional y europeo, la ley alemana especifica las características conceptuales de la voluntad de disponer (sección 3, párrafo 3) y la obligación de disponer (Sección 3, párrafo 4).

En contraste con el Convenio de Basilea y la definición de residuos del Parlamento y Consejo Europeo y la ley alemana, la definición de la OCDE no relaciona el residuo con la obligación de descartar. Según la OCDE, solo algunas sustancias son desechos que están destinados a la eliminación, aunque no esté claro si esa disposición de descartar está atada a la voluntad del propietario o efectivamente atada a la virtud de la ley.

En Colombia el Decreto 1713 de 2002 define que residuo sólido o desecho:

Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final. Los residuos sólidos se dividen en aprovechables y no aprovechables. Igualmente, se consideran como residuos sólidos aquellos provenientes del barrido de áreas públicas. (Artículo 1)

En el análisis general, de los diferentes significados, del término residuo se identifica que las redacciones difieren en algunos de los términos, pero en gran medida siguen la misma acepción. En el centro de todas las definiciones de residuos aplicables se encuentran el concepto de eliminación o disposición final, y los elementos descriptivos de la voluntad y obligación de eliminar. La eliminación es una característica constitutiva del estado del residuo si el propietario desecha la cosa o quiere deshacerse de ella, pero también la consecuencia legal del estado del residuo si el propietario de los desechos tiene que deshacerse del elemento como desecho. Un elemento que aún puede usarse, es desecho o

residuo, cuando el propietario definió que su uso previsto no continua y representa un estado de eliminación o el propietario por voluntad propia y decisión autónoma tiene que deshacerse de él.

La gestión de residuos como sistema de eliminación de residuos orientado a la protección del medio ambiente y la obtención de materias primas, se ha convertido en un área clave de renovación ecológica en vista de la amenaza a los cimientos naturales de la vida humana. La gestión de residuos debe evitar los residuos y debe propender por formas sensatas de recogida, reciclaje, uso posterior o reutilización de residuos como materia prima, así como formas respetuosas con el medio ambiente de depósitos de desechos inevitables

En general, existe una interacción estrecha entre la gestión de desechos y la capacidad del medio ambiente para proporcionar materias primas, absorber y procesar contaminantes o desechos.

En definitiva, la acción humana no es más que la conversión controlada de energía y materia. La materia puede en su naturaleza física y química cambiar, pero la masa sigue siendo la misma. Cada tonelada de material que se extrae del medio ambiente hoy se convertirá en desperdicio. El consumo, la producción y la reducción generan un flujo de entropía⁸ que se transfiere de la baja entropía a un flujo de alta entropía, es decir, lo que ya no pueden ser utilizados por los humanos. Una vez, los recursos valiosos altamente concentrados, se mezclan en la producción, la reducción y el consumo se convierten en desechos sin valor y contaminan el medio ambiente.

8 Los artículos de (Riechmann, 2010) y (Cardentey, Pérez Hernández-Cruz) que se encontraron en el repaso bibliográfico explican en detalle la segunda ley de la termodinámica.

Economía Circular

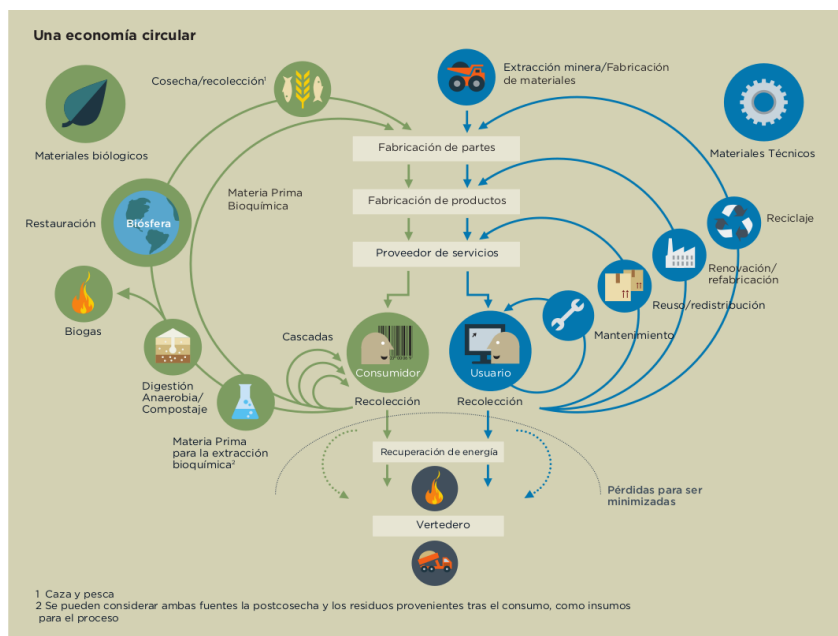
La economía circular se basa en el ciclo de los materiales de la naturaleza o en el proceso que tiene la naturaleza para manejar los desechos o residuos y tiene como objetivo utilizar las materias primas durante el mayor tiempo posible a través de usos inteligentes, el potencial uso en cascada, o devolverlas al proceso de producción después de su uso, es decir, reutilizarlas.

En la economía de producción, la economía circular significa un ciclo de material cerrado a través de la localización interna de materiales (reciclaje) que genera los medios de producción y la recuperación de estos materiales para un nuevo proceso de producción, del mismo modo de las energías contenidas en la producción de los productos.

En la gestión de residuos el concepto de economía circular incluye evitar residuos mediante la recuperación de materiales directamente y el reciclaje a través de la reincorporación de residuos como nueva materia prima o mediante la utilización como fuente energética.

Como ya se mencionó, la economía circular significa mantener los productos, componentes y materiales en uso durante más tiempo y así, por un lado, ahorrar los recursos necesarios para una nueva producción y, por otro lado, disminuir la cantidad de desechos resultantes de los procesos de producción, pero también de productos viejos desechados después de su uso.

Para evidenciar la complementariedad entre la producción, la creación de bienes, y la re-introducción de los productos desechados en la economía circular, la literatura económica ha marcado, en este contexto, el termino de reducción o economía baja en residuos.

Figura 1*Esquema general de la economía circular*

Nota: Tomado de Ellen MacArthurFoundation, Towards the Circular Economy: Economic and business rational for an accelerated transition

En este contexto, reducción significa la recogida de productos antiguos, clasificación, desmantelamiento, reprocesamiento, etc. y la reintroducción de las sustancias así obtenidas en procesos y sistemas posteriores. En el metabolismo de la economía, la fase de reducción puede verse como la desventaja de la fase de producción. En este sentido, la economía de producción y la economía de reducción se combinan para crear una economía reproductiva sostenible. El modelo de una economía circular macroeconómica en términos de producción, reducción y consumo se muestra en la figura 2.

En los últimos años se ha establecido, en la investigación sobre manejo de residuos sólidos y economía circular, diferentes enfoques de una economía circular regional o local. Esto se debe, en particular, al hecho de que para implementar el desarrollo sostenible son mejores los datos de los manejos y prácticas en un contexto regional.

Podemos esperar efectos positivos en la protección del medio ambiente y los recursos. Por ejemplo, en la reducción de los costes de transporte, así como aumento del valor añadido regional y del empleo, entre otros. Los requisitos previos favorables son la manejabilidad de la región, los canales de comunicación cortos de los actores involucrados, su integración en redes ya existentes y la frecuencia de contactos personales dentro de una región. En un diseño ideal, una economía circular regional se caracteriza por el diseño regional de sus subsistemas. Por tanto, es necesaria la conexión regional del sistema de recursos, producción y reducción con el sistema de consumo local o regional.

La economía circular se caracteriza por 3 submercados: el mercado de los servicios de eliminación (rellenos sanitarios, vertederos, incineradoras, entre otros), el mercado de los servicios de recuperación (reciclaje) y el mercado de los servicios de prevención.

Todos los submercados están sujetos a procesos considerables de cambio. El mercado de servicios de prevención incluye ofertas de servicios especialmente en el campo de la auditoría, así como la investigación y el desarrollo en el campo de la optimización de programas de producción y similares.

La economía circular se alinea con el concepto de desarrollo sostenible, que fue presentado en la Conferencia Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo de 1992 en Río de Janeiro. Colombia, a pesar de las dificultades se ha tomado muy en serio el proceso de la

Agenda 21⁹ para el medio ambiente y el desarrollo sostenible y trata de poner en práctica la idea básica, es decir, el desarrollo sostenible.

Aunque se ha mencionado reiteradamente, la idea central de la economía circular es la conservación de recursos, el uso altamente eficiente de los recursos y el reciclaje de recursos. La economía circular se caracteriza por un bajo consumo de materias primas y energía, bajas emisiones contaminantes y alta eficiencia. Es la forma más eficaz de resolver la escasez de recursos y la contaminación al mismo tiempo. El desarrollo de la economía circular ayudará a mejorar la protección del medio ambiente no solo a nivel regional sino también a nivel mundial. Colombia¹⁰ ha entrado, muy tarde, en el concepto de economía circular, sin embargo, el reto es avanzar y alcanzar el nivel de desarrollo que otros países han alcanzado.

Economía Circular Sostenible en Lugar de Economía de Flujo Continuo

Reorientar fundamentalmente el ciclo económico a la economía circular, transitar del equilibrio entre oferta y demanda al equilibrio entre economía y ecología, pasar a una tecnología inspirada en la naturaleza en lugar de utilizar simplemente la naturaleza, es lo que trae la implementación de los objetivos que trae consigo la cuarta revolución industrial.

9 La Agenda 21, o Programa de Acción de las Naciones Unidas, fue acordado en la Conferencia Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible realizada en Río de Janeiro (Brasil) en el año 1992, mejor conocida como Cumbre de la Tierra. La Agenda 21 es un programa para desarrollar la sostenibilidad a nivel planetario y para orientar la construcción de un nuevo modelo de desarrollo el siglo XXI, y de ahí su nombre. La Agenda 21, como estrategia global, fue suscrita por 173 países miembros de Naciones Unidas. Estos países se comprometieron a aplicar políticas ambientales, económicas y sociales encaminadas a lograr un desarrollo sostenible.

10 En el 2018 Colombia lanzó la Estrategia Nacional de Economía Circular, avanzando en la transformación de las cadenas de producción y consumo, a través del cierre de ciclos de materiales, agua y energía, en nuevos modelos de negocio. Así mismo, el Gobierno Nacional, a través del Plan Nacional de Desarrollo 2018 # 2022: Pacto por Colombia, pacto por la equidad, particularmente en el capítulo del Pacto por el Emprendimiento y la Productividad, estableció la hoja de ruta por medio de la cual se promueve una economía dinámica, incluyente y sostenible, y en la base transversal del Pacto por la Sostenibilidad que tiene como premisa “producir conservando y conservar produciendo”.

Recomendaciones que se pueden encontrar en (Espaliat, 2017), (Suescún, 2020), (OIT-UIA, 2020), (Schwab, 2016).

Las capacidades limitadas de nuestros recursos naturales y la responsabilidad por las generaciones futuras nos obligan a utilizar todas las materias primas de forma moderada y económica. Por lo tanto, la economía de flujo continuo anterior (economía lineal o de usar y tirar) debe ser reemplazada por una economía circular moderna.

En la economía de flujo continuo existe una doble carga sobre la naturaleza. Por un lado, se extraen recursos que en la naturaleza son escasos y finitos (materias primas y energía) para transformarlos en productos, y al final de ese proceso de transformación se generan los productos y los residuos, productos del proceso. Por otro lado, ambos tipos de productos se devuelven regularmente a la naturaleza. En el caso de los residuos, esto suele ocurrir de forma inmediata, en el caso de los productos solo cuando se consumen o después de su uso (consumo). Este enfoque conduce desde un punto de vista ecológico hasta la destrucción de la base de la existencia humana, Tansey y Zacune (2015) siendo un poco condescendientes expresan “este consumo ha sido excesivo desde hace décadas, contribuyendo al hecho de que la humanidad en su conjunto esté rompiendo los límites planetarios” (p. 5).

La naturaleza da un modelo ejemplar a seguir: opera en ciclos cerrados. Esta economía circular (la de la naturaleza) puede ser homologable a la economía de una producción humana y contrasta con la primitiva economía de flujo lineal. Esto quiere decir, que una vez que se ha utilizado la materia prima, lo producido debe devolverse al proceso de producción varias veces. Esto da como resultado una ralentización del flujo de materia prima o recursos. Al alargar la retención de estos recursos en el ciclo económico, se puede reducir

tanto la extracción de materias primas primarias como la eliminación de residuos y conservar las reservas de energía.

El concepto de desarrollo sostenible y orientado al futuro de la economía circular, ver figura 2, cierra el ciclo de vida del producto como un ciclo de materia prima y, por lo tanto, conduce a un reciclaje y reutilización múltiple de los productos desechados. El cierre de los ciclos de los materiales y productos es un elemento importante del desarrollo sostenible. En la economía circular, las materias primas y productos utilizados vuelven al proceso de producción más allá del ciclo de vida de un producto. Por un lado, esto ahorra materias primas y, por otro lado, reduce la cantidad de residuos.

Hasta ahora se han tratado dos conceptos, economía circular y residuos, que para efectos de esquematizar el marco teórico, esta investigación los considera como dimensiones del estado actual de residuos sólidos, ver figura 3, dentro de estas dos dimensiones se tienen dos variables que son disposición final y PGIRS (Plan de Gestión integrales de Residuos Sólidos)¹¹ que son alimentadas por varios indicadores que determinan finalmente el estado actual en la gestión de residuos sólidos y la economía circular. Los indicadores son los siguientes.

- *Tipo de lugar de disposición final:* La técnica que se emplea actualmente para la disposición final de los residuos sólidos es el método de relleno sanitario. Además, existen las celdas y botaderos. Residuos hospitalarios y de construcción tienen otro manejo que se exceptúa aquí.

11 El plan de gestión integral de los residuos sólidos (PGIRS) es una política pública establecida por el gobierno nacional, esta busca fomentar las prácticas de reducción, recuperación y aprovechamiento de los residuos sólidos en las copropiedades residenciales y comerciales según ley 1259 de 2008, decreto 2981 de 2013 y decreto 1147 de 2015.

- *Relleno Sanitario*: Según Decreto 1784 de 2017 77 es la “Solución técnica de Saneamiento Básico, resultado de procesos de Planeación, Diseño, Operación y Control para la disposición final adecuada de residuos sólidos”. Lo que significa que es un método para la disposición de residuos sólidos procurando mitigar los efectos al medio ambiente, no poner en peligro la salud de los habitantes alrededor. Y su operación utiliza los principios de ingeniería para confinar los residuos en un área lo más pequeña posible a la vez que reducirlas en la fuente por medio de recuperación, reciclaje, y reutilización.
- *Vida útil del de disposición final*: La vida útil según el Decreto 1784 de 2017 se encuentra definida por numeral 95 que dice, la vida útil de diseño es “la capacidad del relleno sanitario, expresada en unidad de tiempo, calculada a partir de la relación del volumen máximo (m³) de diseño y la tasa de disposición”. Y el numeral 96 que dice que la vida útil remanente “es la capacidad del relleno sanitario, expresada en unidad de tiempo, resultado de la relación entre el volumen remanente y la tasa de disposición”.
- *Tipo de aprovechamiento*: Según el Decreto 1505 de 2003 en su artículo 1ro se establece que el aprovechamiento se da en dos contextos, el de servicios públicos domiciliarios, y en el de gestión integral de residuos sólidos. Por lo tanto, esto quiere decir que:

Aprovechamiento en el marco de la Gestión Integral de Residuos Sólidos. Es el proceso mediante el cual, a través de un manejo integral de los residuos sólidos, los materiales recuperados se reincorporan al ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización, el reciclaje, la incineración con

finés de generación de energía, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales, sociales y/o económicos.

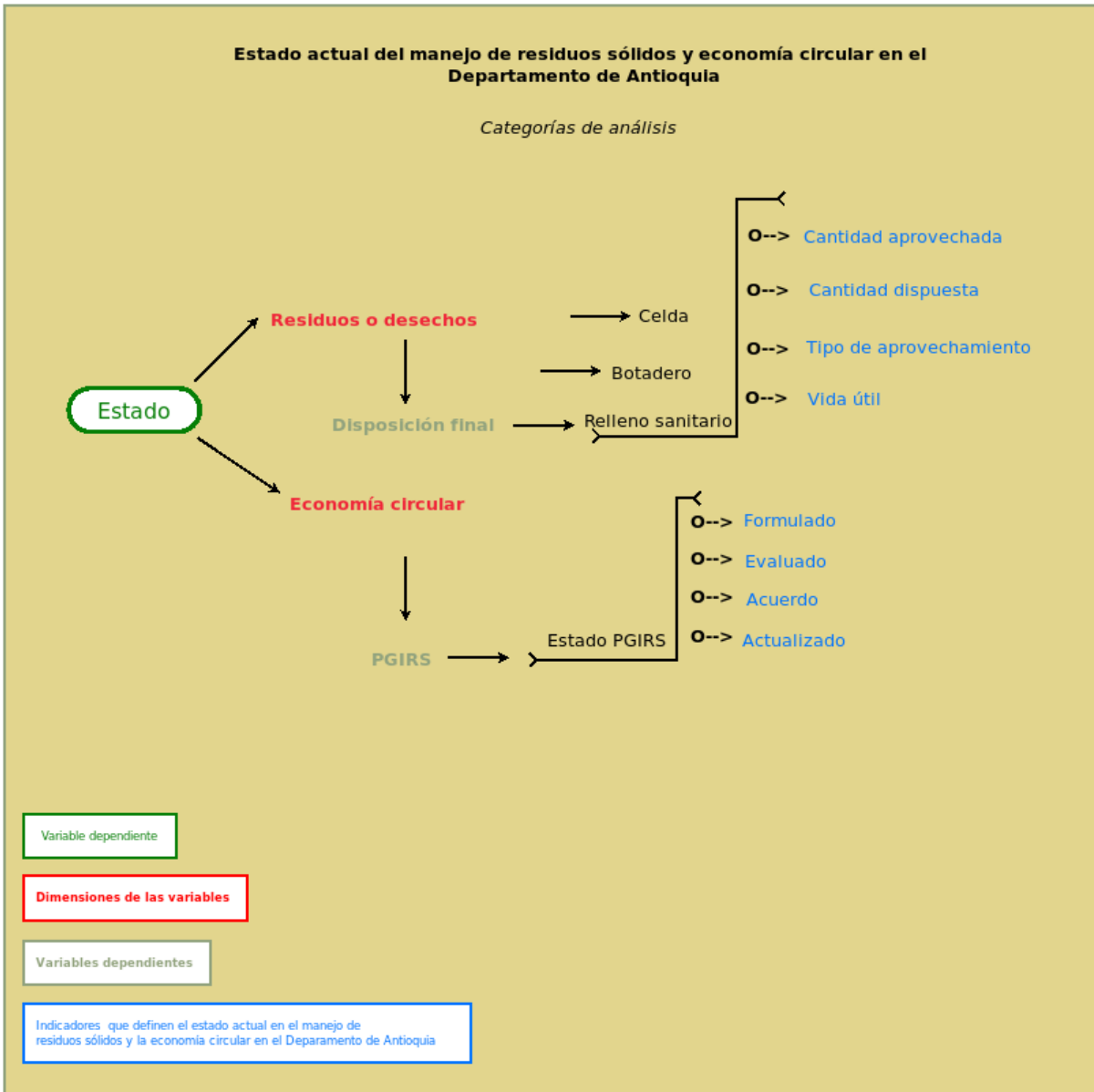
Aprovechamiento en el marco del servicio público domiciliario de aseo. Es el conjunto de actividades dirigidas a efectuar la recolección, transporte y separación, cuando a ello haya lugar, de residuos sólidos que serán sometidos a procesos de reutilización, reciclaje o incineración con fines de generación de energía, compostaje, lombricultura o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales, sociales y/o económicos en el marco de la Gestión Integral de los Residuos Sólidos.

- *Cantidad de aprovechamiento*: Es el valor expresado en kilogramos o toneladas por mes o año de los residuos aprovechados. Son los residuos separados de los residuos sólidos que finalmente se dispondrán en los rellenos. Es decir, es la diferencia entre la cantidad total de residuos generados y la cantidad total de residuos dispuesto en el lugar de disposición final.
- *Cantidad de residuos generados*: Es el valor expresado en kilogramos o toneladas por mes o año de los residuos generados por los hogares, comercios, e industria de una población. Se exceptúa los residuos hospitalarios y de construcción, así como la generación de residuos sólidos rurales. Incluye, en el espacio urbano, la poda y barrido de jardines y parques.
- *Cantidad dispuesta*: Es el valor expresado en kilogramos o toneladas por mes o año de los residuos sólidos que no fueron aprovechados o separados y que se disponen en el lugar de disposición final de residuos.

Plan de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS). Esta variable se nutrirá de cuatro indicadores, PGIRS evaluado, PGIRS formulado, PGIRS acuerdo, y finalmente PGIRS actualizado. Siendo positivos estos indicadores, dan cuenta que existe el documento o instrumento de planeación municipal que define los objetivos, metas, programas, proyectos, actividades y recursos definidos para el manejo de los residuos sólidos, con un plazo de hasta 12 años. La variable como tal, es pieza clave en el proceso de implementación de la economía circular, pues el estado de ésta, indica el estado de la economía circular.

Figura 3

Esquema de categorías



Metodología

Dadas las características del tema se definió que esta investigación tuviera un alcance exploratorio. Según Jaramillo y Ramírez (2010),

Los estudios exploratorios se efectúan, normalmente, cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado antes. Entonces, las investigaciones exploratorias son aquellas que se realizan cuando el fenómeno es nuevo y existe poco conocimiento tanto teórico como práctico. *Cuando el investigador de por sí conoce muy poco o tiene poca experiencia sobre el fenómeno o problema* [énfasis agregado]. Sirven para aumentar el grado de familiaridad con asuntos relativamente desconocidos y ayudan a obtener información sobre la posibilidad de llevar a cabo una investigación más completa. (p.245)

Definición que encaja muy bien con el tipo de trabajo que se pretende, pues la parte en énfasis de la cita indica el alcance de la investigación. Además, basado en la evidencia de las primeras lecturas bibliográficas, se decide que esta investigación exploratoria construya un diseño metodológico piloto o estudio piloto, ya que este consiste en la utilización de “una pequeña muestra de encuestados [los municipios y los rellenos sanitarios], con la finalidad de mejorarlo mediante la identificación y eliminación de problemas potenciales” (Malhotra, 2008, p. 319). Además, el estudio piloto permite, teniendo en cuenta a Díaz (2020), definir los protocolos para un estudio más grande, probar los formularios y cuestionarios antes mencionados, e indicar si la investigación es pertinente o no (p. 102).

El camino metodológico fue el siguiente. En la primera parte de la investigación, se realizó, primero, un rastreo de información sobre gestión de residuos sólidos, modelos de medición, diccionarios temáticos, guías, normas y leyes, protocolos, entre otros. De la

literatura encontrada se realizó un análisis descriptivo que permitió la reconstrucción del estado del arte del tema en cuestión. Luego, obtenida la claridad sobre las distintas propuestas o modelos existentes se llegó a la conclusión de establecer cuáles podrían ser las categorías principales y los indicadores que permitían analizar el problema.

La segunda parte, consistió en aproximarse a los potenciales casos de estudio. La aproximación se realizó a través de búsqueda temática por internet. La red permitió establecer la existencia de variados registros de datos (fuentes primarias) en ficheros con formato xlsx. La información allí contenida condujo a revisar las fuentes primarias de datos que tienen la Gerencia de Servicios Públicos Domiciliarios y de la cual se recogieron los formularios y encuestas que realizaron las Corporaciones Ambientales a los Municipios durante el seguimiento y evaluación de la gestión de residuos sólidos, datos que tienen un corte al 2019, pues, los datos extraídos de la red tienen fechas muy anteriores. Haciendo un seguimiento a cada uno de ellos, se encontró que algunos no estaban dentro de las dos categorías principales (desechos o residuos y economía circular), lo que permitió reducir los casos y establecer un filtro de fuentes secundarias y primarias. Reducir fue pertinente, ya que esta investigación es una investigación exploratoria.

Obtenida la bibliografía definitiva, se procedió a definir cómo se haría los siguientes pasos de la investigación, el análisis de texto y su codificación; la depuración de las bases de datos, el análisis de los datos y la presentación de los mismos.

Los resultados permitieron recoger las importantes conclusiones que son parte de este trabajo.

Las técnicas de recolección de información para la primera parte de este trabajo fueron, el uso de fuentes administrativas y/o gubernamentales, la revisión documental, y Webscraping.

Para el archivo y la preservación de los datos esta investigación estableció la política de guardar los datos en 3 copias físicas completas, separadas, y una de ellas se almacenó en un lugar geográficamente diferente con actualizaciones cada mes.

La seguridad de los datos se gestionó mediante protocolos de encriptación de las unidades físicas, autenticación de usuario, y restricción a los derechos y privilegio de acceso a los archivos otorgados digitalmente.

La gestión de los datos y los documentos se realizó, mientras se seleccionaban y clasificaban, a través de una ordenación primitiva en carpetas o ficheros. Luego de seleccionada la bibliografía y recogidos los datos de las bases de datos, se procedió a manejarlos con software especializado (Excel); las fuentes bibliográficas se introdujeron en un archivo de texto para ser manejado por la herramienta de gestión de citas BibLaTeX y su backend Biber; y los datos de las bases de datos fueron guardados en un archivo con formato separado por comas (.csv) e importados a una hoja de cálculo. Finalmente, el informe de los resultados y la elaboración del trabajo se realizó con software libre.

Manejo de Residuos Sólidos

Residuos y Estado del Manejo en el Mundo y América Latina

Paralelo al desarrollo normativo y al proceso de cambio histórico, durante mucho tiempo, muchos de los responsables creyeron que la gestión de residuos era solo un problema técnico y que bastaba con montar suficientes plantas de última generación en tecnología medioambiental. En los años que siguieron, las normas técnicas de los vertederos y los procesos de tratamiento de residuos (por ejemplo, incineración, compostaje, fermentación, etc.) pudieron mejorarse continuamente, pero la tecnología también mostró sus límites. Con la ayuda de la tecnología de los vertederos, se debió resolver a mediano plazo un riesgo para los seres humanos y el medio ambiente. Pero la hermeticidad de los sistemas no se podía garantizar a largo plazo. Por ejemplo, en el lixiviado de los vertederos se encontró una variedad inmanejable de contaminantes y una alta concentración de dioxinas, por lo que los vertederos tuvieron que ser remediados a costos extremadamente altos. A principios de la década de 1980, la producción de combustible a partir de residuos no podía cumplir con las expectativas, es decir, producir una fuente de energía sin problemas y con bajas emisiones. Por tanto, los procesos de desgasificación y gasificación de los residuos domésticos han resultado hasta ahora de diversas dificultades técnicas para la implementación de grandes sistemas.

Entre tanto, el reciclaje de residuos domésticos siguió limitándose a vidrio, papel, plástico y metales. Los sistemas de reciclaje de residuos domésticos no se pudieron optimizar de manera técnicamente satisfactoria. Las fracciones de material reciclable obtenidas eran de mala calidad y difíciles de comercializar. Por lo tanto, desde mediados de la década de 1980,

la tendencia ha sido en gran medida la separación de materiales antes de la recolección.

Además, la cantidad de residuos aumentó debido al mayor desarrollo y pese a la introducción de técnicas cada vez más avanzadas de limpieza. En el tratamiento de aguas residuales y control de la contaminación del aire, los contaminantes fueron removidos del medio para ser limpiados y llevados a una forma sólida, lo que provocó un cambio en los contaminantes y presentó a la gestión de residuos nuevos desafíos.

Diecinueve años después, es evidente que las medidas no han tenido un impacto importante en la disminución de los residuos sólidos. El 23 de septiembre de 2019 el Banco Mundial publicaba en su página Web el siguiente contexto:

round the world, waste generation rates are rising. In 2016, the worlds' cities generated 2.01 billion tonnes of solid waste, amounting to a footprint of 0.74 kilograms per person per day. With rapid population growth and urbanization, annual waste generation is expected to increase by 70 % from 2016 levels to 3.40 billion tonnes in 2050.

Compared to those in developed nations, residents in developing countries, especially the urban poor, are more severely impacted by unsustainably managed waste. In low-income countries, over 90 % of waste is often disposed in unregulated dumps or openly burned. These practices create serious health, safety, and environmental consequences. Poorly managed waste serves as a breeding ground for disease vectors, contributes to global climate change through methane generation, and can even promote urban violence.

Managing waste properly is essential for building sustainable and livable cities, but it remains a challenge for many developing countries and cities.

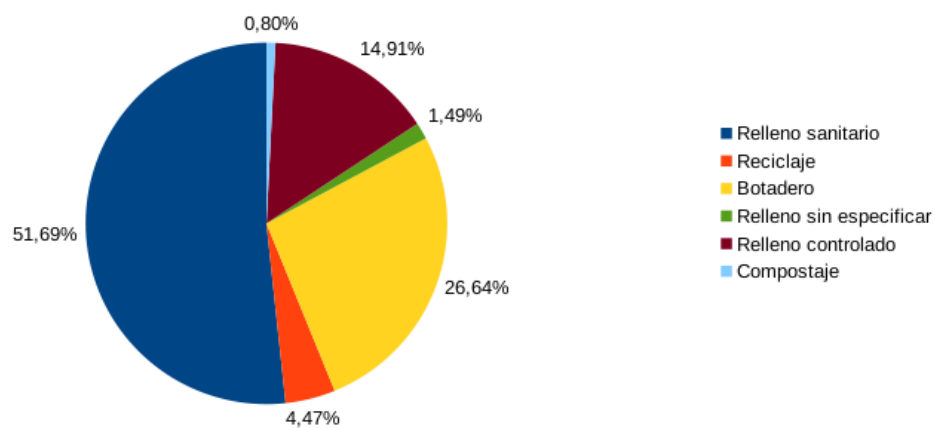
Effective waste management is expensive, often comprising 20 % -50 % of municipal budgets. Operating this essential municipal service requires integrated systems that are efficient, sustainable, and socially supported. [Alrededor del mundo, las tasas de generación de residuos están aumentando. En 2016, las ciudades de todo el mundo generaron 2.01 billones de toneladas de desechos sólidos, lo que equivale a generar 0,74 kilogramos de residuos por persona por día. Con el rápido crecimiento de la población y la urbanización, se espera que la generación anual de desechos aumente en un 70% desde el 2016 a 3.40 billones de toneladas en 2050.

Comparado, un manejo no sostenible de los residuos sólidos impacta mayormente a los habitantes de los países en desarrollo, especialmente la población más pobres de las zonas urbanas, que a las naciones desarrolladas. En los países de renta baja, más del 90% de los desechos, a menudo se desechan en vertederos no reglamentados o se queman abiertamente. Estas prácticas generan graves consecuencias para la salud, la seguridad y el medio ambiente. La mala gestión de los residuos sirve como caldo de cultivo para los vectores de enfermedades, contribuyen al cambio climático global a través de la generación de metano e incluso pueden promover la violencia urbana. Una gestión adecuada de los residuos es esencial para construir ciudades sostenibles y habitables, pero sigue siendo un desafío para muchos países y ciudades en desarrollo. Una gestión eficaz de los residuos sólidos es costosa, casi siempre, ocupa entre el 20% y el 50% de los presupuestos municipales. La operación de este servicio esencial requiere sistemas integrados que sean eficientes, sostenibles y con apoyo social.] (párrafos 1-3)

Colombia, bajo este contexto y de acuerdo a la información que se acaba de citar, es un país considerado, al momento de escribir esta investigación, de renta media. Esta clasificación, según la última publicación del Banco Mundial, véase Kaza, Silpa, Lisa Yao, Perinaz Bhada-Tata, and Frank Van Woerden (2018), situá al país en una generación de residuos per cápita mayor a 0,5 Kg-día y menor a 1Kg-día y en una tasa de urbanización cercana al 80%, Donde la cobertura de recolección de residuos urbana es cerca del 95%, siendo la recolección puerta a puerta el sistema más usado. La cobertura urbana contrasta con la cobertura rural, ésta solamente muestra un valor promedio del 30% para Colombia, América Latina y el Caribe.

Observando la figura 4, el sistema más usado en América Latina y el caribe para la disposición y tratamiento de residuos es el relleno sanitario, redondeando las cifras, con el 52% y 15%¹²; Los botaderos, sitios no adecuados, representan un 27%; y en cuanto a tratamiento, la región presenta valores muy pobres, 4,5% en reciclaje, y menos del 1% en compostaje. Lo que indica que es muy poco lo que se aprovecha.

12 El relleno controlado que muestra la gráfica en un porcentaje del 14,91% en esta investigación se considera un sitio adecuado de disposición final. Por lo tanto, el relleno es el sistema más usada en América Latina en un 67% aproximadamente.

Figura 4*Disposición de residuos sólidos y tratamiento en América Latina y el Caribe*

Nota: Adaptación propia tomada de Kaza, Silpa, Lisa Yao, Perinaz Bhada-Tata, and Frank Van Woerden. 2018. What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Urban Development Series. Washington, DC: World Bank

De los Desarrollos en la Gestión de Residuos en Colombia: Hacia una Economía Circular Sostenible.

Análisis normativo

La gestión de residuos y reciclaje se puede orientar a través de una red bien tejida de medidas políticas y legales (leyes, decretos y ordenanzas), instrumentos económicos (impuestos e incentivos financieros) y participación cívica.

En los últimos 40 años, la gestión de residuos y reciclaje en Colombia ha visto evolucionar un proceso de transformación desde la eliminación de residuos única mente a la gestión de residuos y finalmente a una gestión de reciclaje sostenible. Con base en el curso de la historia de la gestión de residuos y reciclaje colombiana y la evolución de la ley de residuos, se muestra el proceso de transformación.

La referencia más antigua que está investigación pudo encontrar en lo referente al efecto que determinadas sustancias podrían tener sobre el medio ambiente y ser un foco peligroso de contaminación fue la ley 23 de 1973 que en su artículo 4 dice:

Se entiende por contaminación la alteración del medio ambiente por sustancias o formas de energía puestas allí por la actividad humana o de la naturaleza, en cantidades, concentraciones o niveles capaces de interferir con el bienestar y la salud de las personas, atentar contra la flora y la fauna, degradar la calidad del medio ambiente o afectar los recursos de la Nación o de particulares.

Y continua en el artículo 5to que define el tipo de contaminante:

Se entiende por contaminante todo elemento, combinación de elementos o forma de energía que actual o potencialmente pueda producir alguna o algunas de las alteraciones ambientales descritas en el artículo 4 de la presente ley.

En ambos artículos se puede observar que en ese entonces se definía que si una sustancia o forma de energía superaba determinados niveles, volúmenes o concentraciones, está podría interferir con la salud humana y el medio ambiente. Y además, comenzaba perfilar la responsabilidad tanto del productor como del propietario, al mencionar que esa alteración del medio ambiente es generada por la actividad humana.

En 1991 con el acuerdo constitucional de la sociedad colombiana, se puede decir, que se eleva a rango constitucional el desarrollo sostenible y la protección ambiental

Artículo 80. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas. (Constitución Política de Colombia, 1991)

Y por supuesto el saneamiento ambiental, que incluye el manejo de residuos.

El bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población son finalidades sociales del Estado. Será objetivo fundamental de su actividad la solución de las necesidades insatisfechas de salud, de educación, de saneamiento ambiental y de agua potable. (Constitución Política de Colombia, 1991, Artículo 366)

Como es de esperarse, para cumplir con el contrato social firmado en 1991 o para llevarlo del papel a la realidad, se requiere de acciones más concretas y estas se han visto plasmadas en las diferentes leyes, decretos y ordenanzas creadas hasta la fecha.

Tres años después de entrar en vigencia la Constitución, se creó la ley 99 de 1993 por la cual se crea el Ministerio de Ambiente con el propósito de seguir los principios del desarrollo sostenible contenidos en la Declaración de Río de Janeiro de junio de 1992 sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Incorporando además costos ambientales e instrumentos económicos para la prevención, corrección y restauración del deterioro ambiental y para la conservación de los recursos naturales renovables. Y para el manejo ambiental del país se establece un Sistema Nacional Ambiental -SINA-.

En el artículo 5o de esta ley, funciones del Ministerio, en el numeral 32 se establece que es función del Ministerio:

Establecer mecanismos de concertación con el sector privado para ajustar las actividades de éste a las metas ambientales previstas por el Gobierno; definir los casos en que haya lugar a la celebración de convenios para la ejecución de planes de cumplimiento con empresas públicas o privadas para *ajustar tecnologías y mitigar o eliminar factores contaminantes* [énfasis agregado] y fijar las reglas para el cumplimiento de los compromisos derivados de dichos convenios. Promover la formulación de planes de reconversión industrial ligados a la implantación de tecnologías ambientalmente sanas y a la realización de *actividades de descontaminación, de reciclaje y de reutilización de residuos* [énfasis agregado].

Dado que la misma ley en su numeral 12 del artículo primero estipula como principio general que “el manejo ambiental del país, conforme a la Constitución Nacional, será descentralizado, democrático y participativo”, por lo tanto, se le otorga a las Corporaciones Autónomas Regionales:

Ejercer las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental de los usos del agua, el suelo, el aire y los demás recursos naturales renovables, lo cual comprenderá el vertimiento, emisión o incorporación de sustancias o residuos líquidos, sólidos y gaseosos, a las aguas a cualquiera de sus formas, al aire o a los suelos, así como los vertimientos o emisiones que puedan causar daño o poner en peligro el normal desarrollo sostenible de los recursos naturales renovables o impedir u obstaculizar su empleo para otros usos. Estas funciones comprenden la *expedición de las respectivas licencias ambientales, permisos, concesiones, autorizaciones y salvoconductos* [énfasis agregado].

En el mismo sentido, los municipios y distritos tiene como función: Ejecutar obras o proyectos de descontaminación de corrientes o depósitos de agua afectados por vertimiento del municipio, así como programas de disposición, eliminación y reciclaje de residuos líquidos y sólidos y de control a las emisiones contaminantes del aire.

A partir de esta ley y del seguimiento a los lineamientos de los acuerdos internacionales frente a la materia tratada, en Colombia, el foco del debate comienza a ser - como se ven en los apartes resaltados en cursiva - la importancia de la inserción de tecnología en el manejo de recursos, de programas de disposición final de residuos, eliminación, reciclaje y reutilización de residuos. Además de controles por parte del Estado o entidades estatales autorizadas para ello, más estricto en el manejo de residuos gracias a la expedición de licencias ambientales.

En 1994 se crea la Ley 142, Ley de los Servicios Públicos domiciliarios, y en ella se define que el servicio público domiciliario de aseo “es el servicio de recolección municipal de residuos, principalmente sólidos. También se aplicará esta Ley a las actividades complementarias de transporte, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de tales residuos” (Artículo 14, numeral 14.24). La respuesta a esta ley, sobre todo a la parte enfatizada, por parte de los prestadores del servicio domiciliario de aseo fue el relleno sanitario y una exigua actividad de reciclaje. Entre tanto, dos interpretaciones emanan de dicha ley. La primera, la Ley 142 de 1994 es una ley de ordenamiento y reglamentación de la prestación del servicio público domiciliario. Y la segunda, una ley de intervención económica, de regulación y de caracterización de los propietarios. En un parta anterior se mencionó que dos tendencias marcaron el manejo de residuos sólidos en los años 80, el relleno y las tarifas. Pues bien, está ley publicada en los 90, introduce el mecanismo tarifario con características propias del contexto colombiano. Se comienza a intervenir

económicamente el comportamiento de los hogares colombianos en cuanto al manejo de residuos. En el artículo 146 se establece que:

entendiéndose que el precio que se exija al usuario dependerá no sólo de los factores de costos que contemplen las fórmulas tarifarias sino en todo caso de la frecuencia con la que se le preste el servicio y del volumen de residuos que se recojan.

Y en la misma línea del artículo anterior, el artículo 164 indica para la protección del agua y sus cuencas que:

las fórmulas tarifarias de los servicios de acueducto y alcantarillado incorporarán elementos que garanticen el cubrimiento de los costos de protección de las fuentes de agua y la recolección, transporte y tratamiento de los residuos líquidos. Igualmente , para el caso del servicio de aseo, *las fórmulas tomarán en cuenta, además de los aspectos definidos en el régimen tarifario que establece la presente Ley, los costos de disposición final de basuras y rellenos sanitarios* [énfasis agregado].

La particularidad de esta ley interventora, si bien no se sustenta en el modelo de tarifas avanzadas, es el subsidio a la demanda que creó en su artículo 89:

Aplicación de los criterios de solidaridad y redistribución de ingresos. Las comisiones de regulación exigirán gradualmente a todos quienes prestan servicios públicos que, al cobrar las tarifas que estén en vigencia al promulgarse esta Ley, distingan en las facturas entre el valor que corresponde al servicio y el factor que se aplica para dar subsidios a los usuarios de los estratos 1 y 2. Igualmente, definirán las condiciones para aplicarlos al estrato 3.

Dos años después, el Decreto 565 de 1996 se expide para reglamentar la Ley 142 de 1994 en relación con los Fondos de Solidaridad y Redistribución de Ingresos del orden departamental, municipal y distrital para los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo.

Hasta este momento de la historia del desarrollo legal y reglamentario (transformación) en relación al manejo de residuos y pese a la atención temprana - considerando el contexto latinoamericano de un país de renta baja en ese entonces- sobre la contaminación por residuos, en el país proliferaron los botaderos y rellenos sin las condiciones técnicas, y sin el más mínimo control.

Se entiende que desde los años 30 el país venía en un proceso de industrialización y crecimiento urbano y se debían retirar de los espacios urbanos los desechos producidos, por lo que en estos años, la eliminación de residuos en Colombia se preocupó principalmente por superar el problema masivo. Y no, por saber dónde y cómo depositarlos. Como resultado la recolección de basura a finales de los 90s se había convertido en una avalancha¹³, de la cual el aumento de la producción industrial y el consumo privado fueron en gran parte responsables. El aumento del nivel de vida de la población provocó un aumento adicional de la cantidad de residuos domésticos.

Por lo anterior, en el 2005, con la resolución 1390 el Gobierno Nacional decidió: ante la grave situación de disposición final y la proliferación de sitios inadecuados para la realización de esta actividad complementaria del servicio público de aseo, el Gobierno Nacional otorgo un plazo de 3 años (Resolución 1390 de 2005) como periodo de transición para la eliminación gradual de los sitios inadecuados y no autorizados (carencia de permiso ambiental).

13 Esta situación coincide con la aceleración de la apertura iniciada desde los 80s. Un análisis más profundo véase Luis Fernando López Pineda, transformación productiva de la industria en Colombia y sus regiones después de la apertura económica.

Posteriormente, alargó este periodo por 3 ocasiones más (Resoluciones 1684 de 2008, 1822 de 2009 y 1529 de 2010) y dio fin a las transiciones estableciendo las alternativas de disposición final que podrían aplicar los municipios que se acogieron a las mismas previa verificación y aprobación de la autoridad ambiental competente (Resolución 1890 de 2011).(Informe de Disposición Final de Residuos Sólidos 2017 , 2018)

Pero, tres años antes, con el Decreto 1713 de 2002 y en medio de un problema ambiental, producto del alto flujo de residuos hacia los lugares de disposición final, el Estado decide reglamentar la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos, y todo ello en “el marco de la gestión integral de los residuos”. Con este decreto reglamentario se establecieron los principios de:

desarrollar una cultura de la no basura, fomentar el aprovechamiento, minimizar y mitigar el impacto en la salud y en el medio ambiente, ocasionado desde la generación hasta la eliminación de los residuos sólidos, es decir en todos los componentes del servicio.

Colombia es particular entorno a los incentivos, mientras la ley y la política sobre residuos, en lo países desarrollados se concentra intensivamente en el propietario o el productor, aquí se le da al reciclador (decreto 1077 de 2015), es decir, de la cadena en el manejo de residuos sólidos se le entrega un subsidio de vivienda a aquellas familias donde al menos un miembro se dedica al reciclaje:

ARTÍCULO 2.1.1.1.5.1. Beneficiarios. Podrán ser beneficiarios del subsidio familiar de vivienda de interés social urbano de que trata la presente sección, los hogares conformados por dos o más personas que integren el mismo grupo familiar, cuando al menos uno de sus miembros desarrolle actividades de recuperación, tratamiento o aprovechamiento de residuos reciclables, perteneciendo a Cooperativas de Trabajo Asociado u otro tipo de grupos y asociaciones reconocidas por la ley que tengan una existencia mínima de tres años, cuyo objeto único sea la recuperación, el tratamiento y el aprovechamiento de residuos reciclables.

El artículo antes citado es especial para ayudar en el mejoramiento del nivel de vida de las familias que se dedican a la labor del reciclado, sin embargo, no está fortaleciendo la política de reducción de residuos en el propietario o productor. Por otra parte, lo que si hace el decreto es reglamentar el proceso de planificación territorial en su etapa de diagnóstico, exigiendo en la dimensión funcional en cuanto a vivienda:

(vi) La infraestructura disponible para el aprovechamiento, tratamiento y disposición final de residuos sólidos y los equipamientos intermedios (estaciones de transferencia, centros de acopio y/o centros de aprovechamiento).

(viii) La localización y capacidad de sitios de disposición final de residuos de construcción y demolición.

Si bien, lo anterior indica que al momento de proyectar construcciones de vivienda hay que tener en cuenta un lugar donde exista la infraestructura para manejo de residuos sólidos, esta exigencia aún no está pensada para mapear las posibilidades de una economía circular. En definitiva, este nuevo Decreto, aunque da varios pasos en la dirección correcta, aun no conecta con lineamientos modernos en manejo de residuos sólidos y economía circular.

Es apenas, en el año 2016 que el Estado a través del Consejo Nacional de Política Económica y Social CONPES reconoce:

A la fecha, Colombia ha desarrollado un modelo de gestión de residuos sólidos acorde con el modelo económico de producción y consumo lineal. Según este, los bienes producidos a partir de materias primas son vendidos al consumidor final, quien los descarta cuando ya no funcionan o ya no sirven para el propósito por el cual fueron adquiridos. Este modelo implica pérdidas de recursos en sus diferentes etapas y se vuelve insostenible ante el crecimiento proyectado de la generación de residuos. En particular, la escasez de las materias primas y de los suelos necesarios para disponer en cada vez más rellenos sanitarios los residuos generados restringe la posibilidad de seguir avanzando en ese camino.

Y luego, el Consejo agrega que en Colombia se identifican tres problemas respecto al manejo de residuos sólidos a pesar de las políticas y normas que hasta el momento se han implementado.

Primero, hay pocos incentivos económicos, normativos y regulatorios para minimizar la generación de residuos sólidos y aumentar los niveles de aprovechamiento y tratamiento de los mismos, lo cual hace insostenible el modelo lineal de manejo de residuos. La ausencia de estos incentivos puede acarrear el desbordamiento de la capacidad física de los rellenos sanitarios, con sus consecuentes problemas en el ambiente y en la salud humana. En segundo lugar, la separación en la fuente es insuficiente para garantizar un mayor aprovechamiento y tratamiento de residuos. Tercero, falta definir los roles específicos que permitan impulsar una gestión de residuos sólidos más allá del modelo lineal y, finalmente, no hay suficiente

información sectorial para la toma de decisiones de política y para el seguimiento de la misma.

Con base en lo anterior, es que se crea el Documento CONPES 596 de 2016 donde la prioridad es la Política Nacional para la Gestión integral de Residuos Sólidos con un enfoque en, según el mismo documento,

La gestión de los residuos no peligrosos y busca aportar al desarrollo sostenible y a la adaptación y mitigación del cambio climático. Los residuos peligrosos presentan una dinámica propia y cuentan con una política y normatividad que promueve su prevención y minimización.

Sin embargo, lo que esta investigación considera, más importante que cita el documento es,

(i) promover el avance gradual hacia una economía circular , a través del diseño de instrumentos en el marco de la gestión integral de residuos sólidos; (ii) promover la cultura ciudadana, la educación e innovación en gestión integral de residuos como bases para fomentar la prevención, reutilización y adecuada separación en la fuente; (iii) generar un entorno institucional propicio para la coordinación entre actores que promueva la eficiencia en la gestión integral de residuos sólidos, y (iv) implementar acciones para mejorar el reporte, monitoreo, verificación y divulgación de la información sectorial para el seguimiento de esta política pública.

Bajo esta directriz, y con el ingreso formal de Colombia a la OCDE en el año 2018 es que se crea la Estrategia Nacional de Economía Circular, liderada por el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo. La estrategia desarrolla seis líneas de intervención:

- Flujos de materiales industriales y productos de consumo masivo
- Fuentes y flujos de energía

- Flujos de biomasa
- Flujos de materiales de envases y empaques
- Flujos del agua
- Flujos de materiales de Construcción

Se establece además cuatro indicadores, de los que se parte en el análisis y la comparación, y posteriormente para la evaluación de los avances ver figura 5.

Figura 5

Indicadores para evaluar el avance hacia la economía circular en Colombia

Indicador	Colombia	Países de referencia	
		OCDE	Ingresos medio-alto
Productividad del agua (USD/m ³ de agua usada)	18,9	114,4	27,4
Productividad de la tierra (Miles USD/km ² tierra arable)	33,2	178,7	86,1
Intensidad en consumo de materiales (Kilogramos de materiales/PIB)	2,3	0,8	3,1
Intensidad energética (MJ/USD)	2,4	5,1	5,2

Nota: Figura tomada del informe *Metas de la estrategia nacional de economía circular – ENEC*, elaborado por la Dirección de Asuntos Ambientales, Sectorial y Urbana del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Febrero de 2020.

En el recorrido normativo y temporal, el Estado colombiano creó otras normas tendientes a reglamentar diferentes materias, por ejemplo, la Resolución 330 de 2017 por el cual se adopta el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico. Aunque

son normas que también apuntan a completar toda la política en torno a la materia que se está tratando, no son objeto de análisis como las normas que ya hemos mencionado, ellas no muestran pasos significativos en la transformación en el proceso de manejo y gestión de residuos sólidos y economía circular. Sin embargo, estas normas, se referencian a continuación en el marco legal resumido como información complementaria.

Marco Legal en Orden Cronológico

Ley 23 de 1973	Código de Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente y se dictan otras disposiciones
Ley 99 de 1993	Por la cual se crea el Ministerio de Ambiente y se establece el Sistema Nacional Ambiental SINA
Ley 142 de 1994	Ley de los Servicios Públicos domiciliarios
Decreto 565 de 1996	Reglamenta la Ley 142 de 1994 en relación con los Fondos de Solidaridad y Redistribución de Ingresos del orden departamental, municipal y distrital para los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo
Decreto 2676 de 2000	Por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares.
Decreto 1713 de 2002	Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos
Resolución 1390 de 2005	Como periodo de transición para la eliminación gradual de los sitios inadecuados y no autorizados (carencia de permiso ambiental)
Resolución 1207 de 2014	Fomento a la reutilización del agua
Decreto 1077 de 2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio

Resolución CRA 720 de 2015	La cual se incluyen aspectos de operación eficiente de las diferentes actividades del servicio público de aseo y se contemplan aspectos ambientalmente razonables
Decreto 596 de 2016	El cual trata el incrementar las tasas de aprovechamiento de los residuos sólidos en el país.
COMPES 3874 de 2016	Política Nacional para la Gestión integral de Residuos Sólidos
Resolución 330 de 2017	Por el cual se adopta el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico.
Resolución 472 de 2017	Por la cual se reglamenta la Gestión Integral de los Residuos Generados en las actividades de Construcción y Demolición – RCD.
Resolución 1407 de 2018	Responsabilidad Extendida del Productor para envases y empaques

Manejo de Residuos Sólidos y Economía Circular en Antioquia: El Proceso de Transformación

En Antioquia, la transformación del proceso de manejo de residuos sólidos en cuanto a lo normativo ha sido el mismo que se ha realizado a nivel nacional. No obstante, el Departamento, en lógica de articulación con los Municipios - son estos los que finalmente asumen la responsabilidad en el manejo de residuos, a pesar de obedecer a una política central como ya se ha visto- ha presentado ante la Asamblea Departamental, el proyecto de ordenanza Basura Cero con el propósito de reducir la disposición final de residuos sólidos y en especial para configurar una experiencia de manejo regional del tema¹⁴. Para tal efecto, la

¹⁴ En apartados anteriores se dijo que la investigación y la experiencia en manejo de residuos sólidos y economía circular, tenía más viabilidad en áreas de configuración regional o local

Asamblea Departamental aprobó mediante la Ordenanza 10 del 22 de abril de 2016 el programa *Basura Cero*, cuyo objetivo central es:

contribuir con la reducción de la contaminación ambiental desde el adecuado manejo de los residuos sólidos, sensibilizando y educando a los ciudadanos antioqueños, e implementando tecnologías y/o equipos para el aprovechamiento, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos, así como impulsar acciones afirmativas para el reconocimiento y dignificación de los recicladores. (Gerencia de Servicios Públicos, 2019, p. 16)

Por lo tanto, y no repitiendo toda la normatividad en la sección anterior, para el Departamento de Antioquia, el proceso de transformación se puede recorrer en la normatividad ya mencionada, sumando el programa Basura Cero encadenado o articulado a cada Plan de Desarrollo Municipal y Plan de Gestión y Manejo de Residuos Sólidos – PGIRS que cada Municipio está obligado a elaborar.

Estado Actual del Manejo de Residuos Sólidos en Antioquia

En análisis e investigaciones académicas sobre el manejo de los residuos sólidos en Antioquia se puede leer afirmaciones como las expresadas por Castaneda, Correa y Ortiz (2015),

El Departamento de Antioquia no es ajeno a esta problemática, ya que en muchos de sus municipios se desconoce las cantidades y tipos de residuos sólidos que producen y recolectan, la cantidad de estos que son reciclados y recuperados, tienen un a inadecuada selección de sitios de disposición final, así como los programas ineficientes de reutilización y reciclaje. (p. 8)

Afirmaciones que, de forma acertada, evidencia una situación por no decirlo menos dramática en cuanto al estado actual del manejo de residuos sólidos en el Departamento. Pero antes de entrar en el campo del análisis de los datos recolectados en esta investigación y que dan cuenta del actual estado del manejo de residuos sólidos y economía circular, es necesario indicar algunos datos del Departamento de Antioquia como medio contextual y abordar el objetivo principal del programa *Basura Cero*.

El Departamento: Antioquia

Antioquia tiene una extensión 63612 km² y una población¹⁵ estimada de 6 millones 691 mil habitantes. Siendo el territorio con más población después del Distrito Capital, Bogotá. Antioquia, en su división político-administrativa se compone de 125 Municipios y en aras del manejo territorial se subdivide en 9 subregiones 1) Bajo Cauca, 2) Magdalena Medio, 3) Nordeste, 4) Norte, 5) Occidente, 6) Oriente, 7) Suroeste, 8) Urabá, 9) Valle de Aburrá. El principal órgano de gobierno y administración del Departamento es la Gobernación de Antioquia y como órgano representativo, legislativo y de control político, la Asamblea Departamental de Antioquia. Se da mención a dichos órganos ya que han sido y son fundamentales en la capacidad y voluntad política y administrativa para llevar a cabo los planes, programas y proyectos entorno al manejo o gestión de residuos sólidos y la economía circular. Junto a estos dos órganos son fundamentales en el tema, las autoridades ambientales, que en el Departamento están representadas por Corpouraba, Corantioquia, Cornare y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Véase figura 6.

15 Resultados y proyecciones (2005-2020) censo 2005.

Basura Cero

El objetivo central, Como bien lo citó la Gerencia de Servicios Públicos de la Gobernación de Antioquia en la página 51 de este texto, busca además, que por parte de la Gobernación de Antioquia sean conformadas determinadas líneas de gestión, la cuales, permitan cumplir con los objetivos del artículo segundo¹⁶ del programa. La misma resolución las indica.

- Línea 1: Comunicación pública.
- Línea 2: Sensibilización, educación y cultura ciudadana.
- Línea 3: Iniciativas locales y regionales.
- Línea 4: Seguimiento y evaluación al programa Basura Cero.

Y la meta propuesta para ello al 2030, es aprovechar un 80 % de residuos y disponer finalmente un 20 %. Expedida la ordenanza, se tendrán 7 años para llegar a la meta de aprovechar un 30 % de los residuos, donde el 25 % de esta sea lograda por recicladores. Y a los 14 años el 80 %.

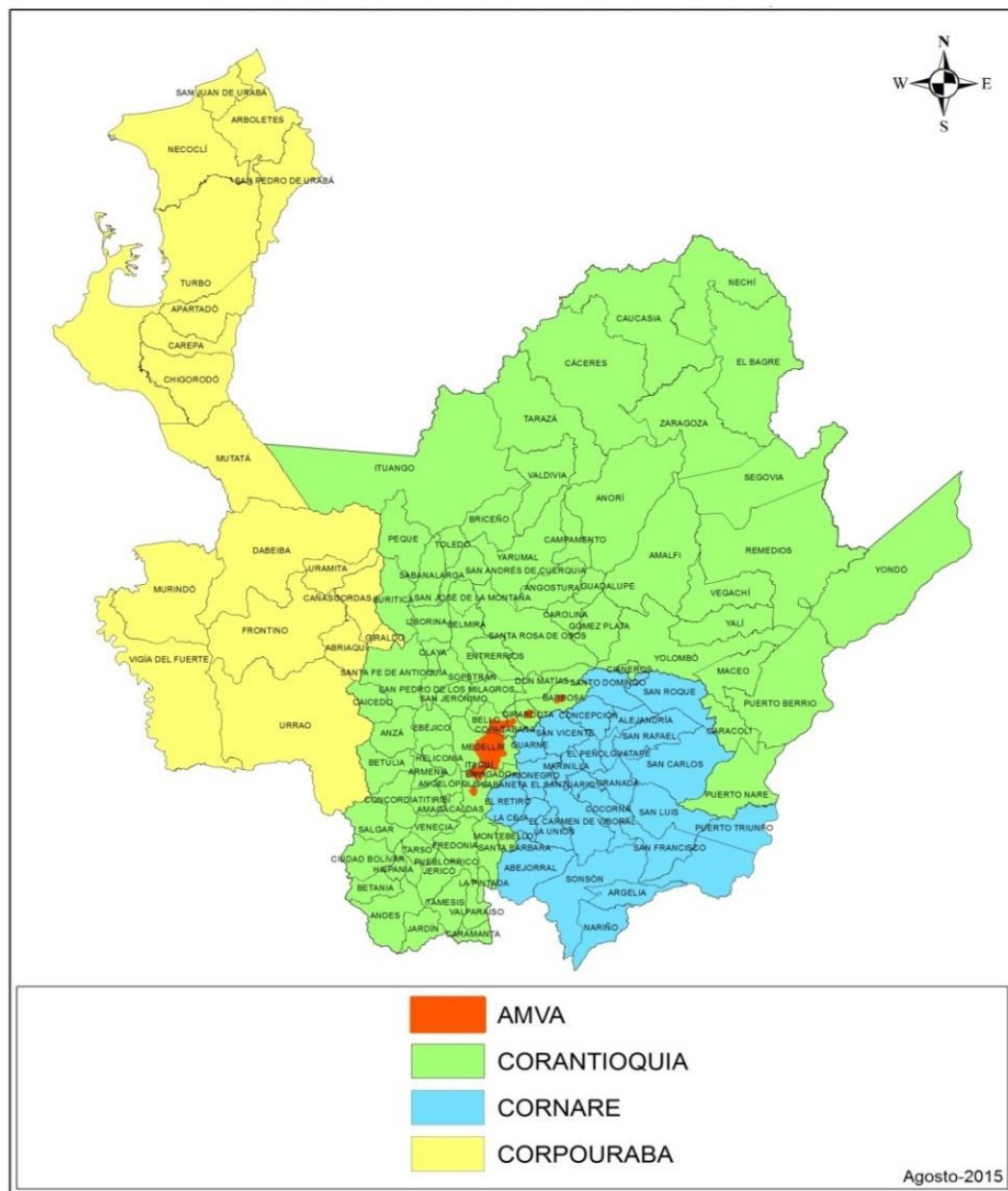
16 El listado de objetivos resueltos en la ordenanza son los siguientes:

1. Impulsar el aprovechamiento del 80% de los residuos sólidos que se generan en el Departamento durante el periodo 2016 — 2019 y promover la adecuada disposición del 20% de los residuos sólidos restantes.
2. Promover la cultura Basura Cero, sensibilizando y educando a los ciudadanos antioqueños sobre prácticas responsables de consumo de bienes y servicios, aprovechamiento de residuos y separación en la Fuente.
3. Apoyar y coordinar mediante alianzas estratégicas la implementación de tecnologías y/o equipos para el aprovechamiento, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos.
4. Fortalecer acciones de inspección, vigilancia y control de la gestión interna en los establecimientos generadores de residuos sólidos apoyándose en el comparendo ambiental.
5. Impulsar acciones afirmativas para el reconocimiento y dignificación de la comunidad recicladora del Departamento.
6. Contribuir con la reducción de la contaminación ambiental desde el adecuado manejo de los residuos sólidos y al desarrollo sostenible orientado hacia una economía circular de manera que se reduzca el impacto ambiental negativo que se está generando en los recursos naturales y potenciar el aprovechamiento de los productos de consumo.

Para lograr el propósito antes planteado, la ordenanza estipuló nueve estrategias que son el eje central de la política.

- Estrategia de producción sostenible (Responsabilidad compartida)
- Estrategia de reducir los desechos.
- Estrategia de reducir el consumo de los desechos.
- Estrategia de compostaje o biodegradación integral de materiales orgánicos.
- Estrategia de participación ciudadana.
- Estrategia de investigación y desarrollo.
- Estrategia de gestión integral de residuos especiales, peligrosos y otros.
- Estrategia de educación en el manejo de residuos sólidos.
- Promover la cultura del manejo de los residuos sólidos desde la fuente en la
- comunidad y el sector productivo.

Como se verá más adelante la tasa de aprovechamiento es insuficiente para lograr las metas propuestas. Entre tanto, una revisión del desarrollo o ejecución de las nueve estrategias es difícil, pues los datos sobre cada una de ellas son insuficiente para un análisis medianamente riguroso.

Figura 6*Corporaciones Autónomas Regionales y sus respectivas jurisdicciones*

Nota: Figura tomada del libro Referentes ambientales para los mandatarios elegidos (periodo 2016-2019) y la comunidad en general de la jurisdicción de Corantioquia. 2015.

Rellenos

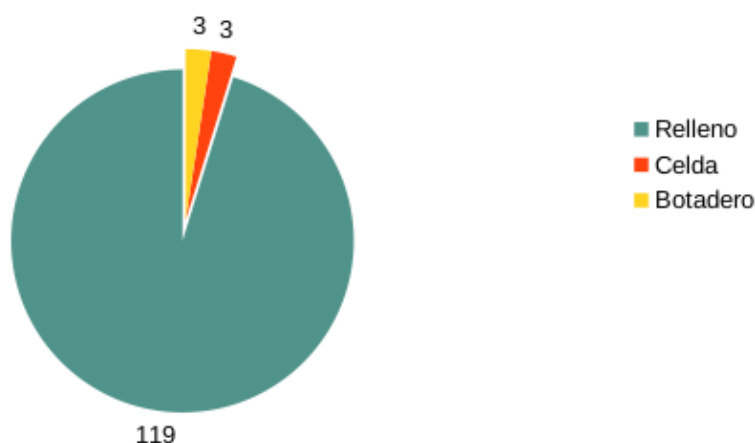
En Antioquia, y se puede afirmar que, en todo Colombia, el relleno sanitario constituye el sistema más empleado, no solo en la disposición final, si no como medio de manejo de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU)¹⁷ principalmente. En la figura 7 se puede observar la afirmación anterior, el tipo de sistema en el cual el mayor número de Municipios (119) disponen los residuos es el relleno, 3 en botadero y los otros en celdas.

Figura 7

Tipo y número de rellenos en el Departamento de Antioquia

Tipo lugar de disposición final Departamento de Antioquia

consolidado 2018



Según el análisis de los datos recogidos, el Departamento de Antioquia cuenta con 72 rellenos en todo el territorio, fuera de las 3 celdas y 3 botaderos existentes que aún no logran

¹⁷ Esta categoría describe, de manera más precisa, el tipo de residuo que trata esta investigación, pues, son los residuos que se generan en el comercio, industria y domicilios urbanos.

la aprobación de la autoridad ambiental. De este modo, los datos señalan que solamente el 8,3 % de los lugares de disposición no son adecuados.

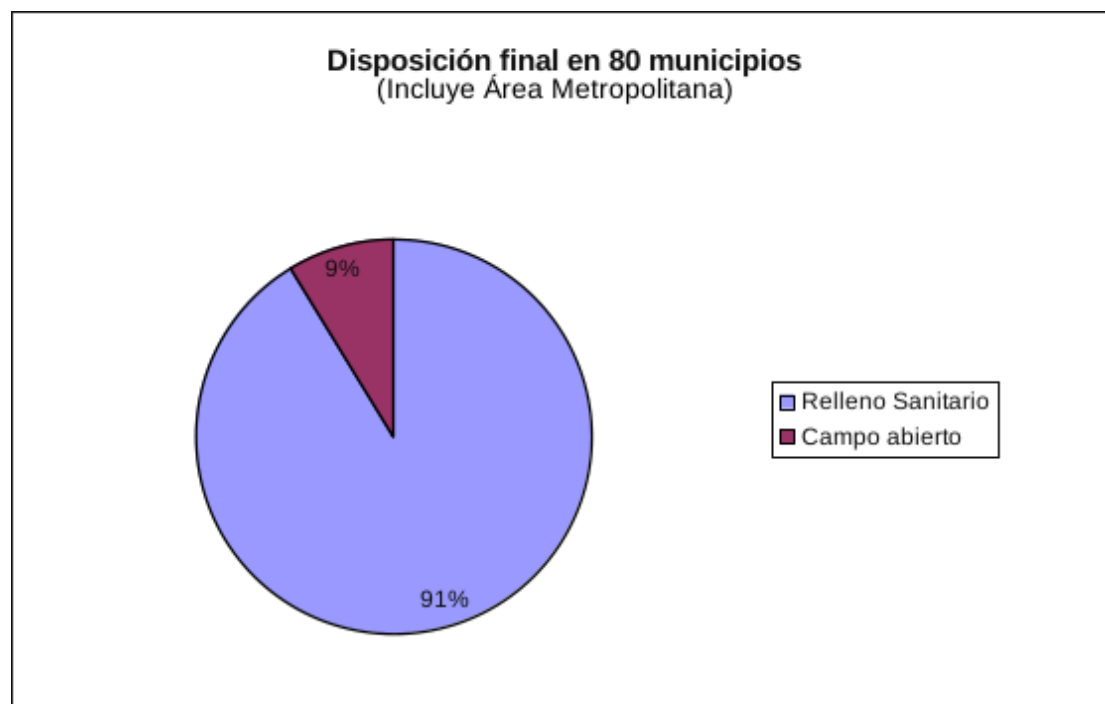
Generación

En cuanto a generación, las cifras de esta investigación son contrastables y objeto de debate, pues en la revisión de la literatura es posible, no solo ver cifras desactualizadas, sino también poca información e información no precisa. Por ejemplo, dos presentaciones¹⁸, una del 2014 y la otra del 2020 toman el mismo valor sobre la cantidad de generación residuos en el Departamento. La presentación del 2020, indica que los datos son del 2006 y generados por Corantioquia y DAMA¹⁹ y la del 2014 no los cita, aunque esta investigación presume que son tomados de la misma fuente ¿Problema? Por supuesto, son dos presentaciones llevadas a cabo por una autoridad ambiental en la cual exponen datos con una fuente demasiado desactualizada, y además trabajan sobre es misma información desactualizada.

Siguiendo las cifras de las presentaciones se encuentra, sobre 80 municipios incluyendo el Área Metropolitana del Valle de Aburra, que el 91 % de los municipios del Departamento tienen relleno sanitario y el 9 % restante disponen los residuos sólidos en lugares no adecuados, véase figura 8.

18 Sin fecha, sin embargo, los metadatos de los archivos indican que una fue elaborada en el 2014 y la otra en el 2020

19 Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente

Figura 8*Tipo de lugar de disposición final*

Nota: Cifras tomadas del estudio 2006, Corantioquia.

Ambas presentaciones señalaban que el departamento eliminaba 1.075.744 toneladas de residuos sólidos al año. El 90 % de ellos en la jurisdicción de Corantioquia. Para ese año la población proyectada en el departamento era de 5.758.478 habitantes²⁰, lo cual arroja una generación per cápita (RPC)²¹ para el departamento de 0.19 tonelada-habitante-año.

20 Ver Anuario Estadístico de Antioquia.

21 Propósito del indicador: El objetivo de la medición es determinar el comportamiento que presentan personas como unidad social, frente a la generación de residuos sólidos involucrando los procesos de producción y consumo necesarios dentro de la dinámica socioeconómica.

$$RPC_{jt} = RG_{jt} / PT_{jt}$$

donde RPC_{jt} es Toneladas de residuos sólidos generados per cápita, en la unidad espacial de referencia j , y el tiempo t correspondiente; RG_{jt} Total de toneladas generadas de residuos sólidos y productos residuales; en la unidad espacial de referencia j , y el tiempo t correspondiente; PT_{jt} Población total del país en la unidad espacial de referencia j , y el tiempo t correspondiente.

Ahora, doce años después, con el consolidado de datos a 2018, se indica que el departamento pasó a una generación de 1.627.024 toneladas de residuos al año, con una proyección poblacional para este año de 6.690.977, por lo tanto, arroja una generación per cápita de 0,24 toneladas-habitante-año.

Figura 9

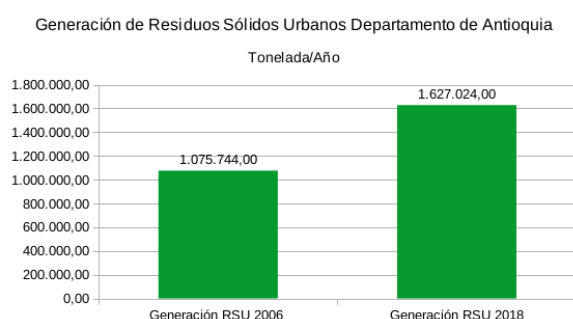
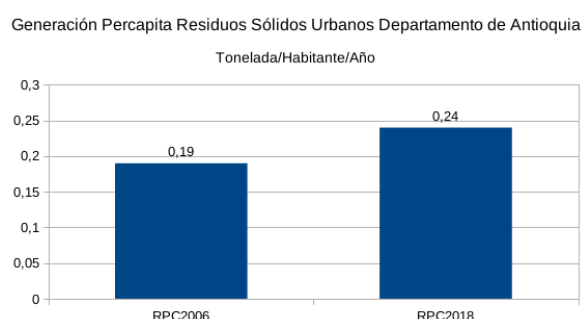
Generación RSU 2018

Figura 10

Generación per cápita RSU 2018

Es de esperarse que año tras año aumenté la generación per cápita. por un lado, porque el crecimiento poblacional del departamento es una realidad, muy evidente, sobre todo, en la capital del departamento y los municipios del Área Metropolitana²². Por otro lado, porque la productividad del departamento viene aumentando.

Finalmente, la política de reducción de residuos y aprovechamiento se viene implementado con mayor voluntad y formalidad por parte de los operadores, y de las instituciones de control, a pesar de los años que lleva en curso y desde la publicación del CONPES.

22 Medellín y el Valle de Aburra se han convertido en lugares de recepción de población migrante, tanto de otras regiones como de la vecina Venezuela. Ello contribuye al aumento de la población.

Lo importante del indicador - así lo explica muy bien el DANE en la observación general que sobre el indicador hace en la ficha técnica- es,

La generación de residuos per cápita muestra la evolución de las necesidades de producción y los patrones de consumo de la población del territorio nacional para un periodo determinado; Este indicador es un indicador de contaminación, pero también puede usarse como un indicador de intensidad en el uso de recursos disponibles.

Los datos del consolidado de 2019 y de elaboración propia, indican que el RPC de Antioquia está debajo del indicador nacional que es de 0,84 kilogramos-habitante-día, pues convirtiendo 0,24 toneladas-habitante-año a kilogramos-habitante-día, para el Departamento resulta 0,65 Kilogramos-habitante-día. Y tan solo a 11 puntos del indicador para la ciudad de Medellín que es de 0,54 kilogramos-habitante-día.

Hasta el momento se ha considerado el estado de la generación en conjunto, ahora observe que a nivel de las subregiones en las cuales está dividido el departamento.

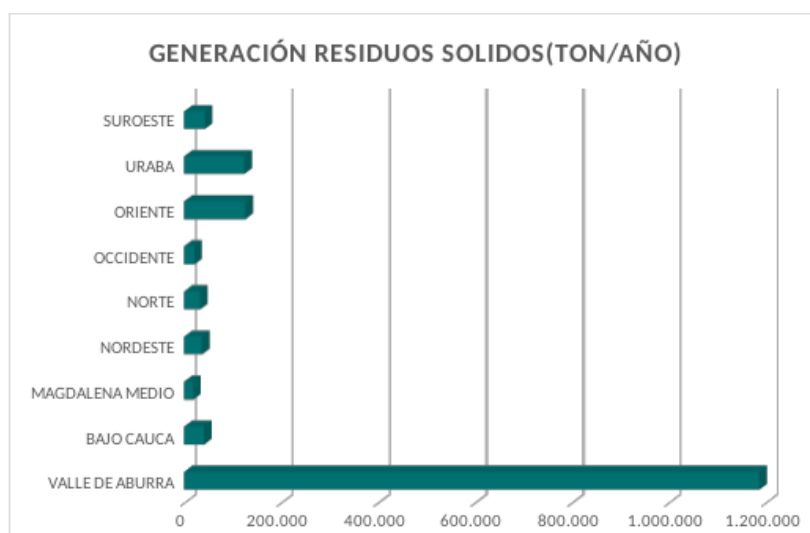
los datos arrojan que el Valle de Aburra en la subregión que mayor cantidad de residuos genera al año, muy por encima de las demás con 1,186.468 toneladas, le siguen las subregiones del Urabá y el Oriente. Las cifras de las demás subregiones se pueden ver en la tabla 1.

Tabla 1

Generación Subregiones de Antioquia

SUBREGIÓN	GENERACIÓN (TON/AÑO)
VALLE DE ABURRA	1.186.488
BAJO CAUCA	40.711
MAGDALENA MEDIO	18.624
NORDESTE	36.620
NORTE	32.460
OCCIDENTE	20.567
ORIENTE	125.724
SUROESTE	42.334
ÚRABA	123.497
Total	1.627.024

De las cifras, tanto en la tabla 1 como en la figura 11, se puede inferir que las subregiones (Urabá y Oriente) que en los últimos años experimentaron incrementos poblacionales y escenarios de desarrollo industrial y comercial, muestran una mayor cantidad de generación de residuos. Situación que reclama concentrar la política o programa basura cero. Además, son las subregiones donde se presenta mayor viabilidad para una política de economía circular.

Figura 11*RSU en las subregiones del Departamento*

Disposición y Aprovechamiento

En el resultado de esta investigación el aprovechamiento de RSU para el departamento es de 218,614 toneladas al año, ver tabla 3, es decir, del total de residuos sólidos generados se aprovecha solamente el 13,4 %, cifra bastante menor, teniendo en cuenta que la meta trazada por el programa basura cero es del 30 % a 7 años y el 80 % a 14 años. En esta investigación se plantea la pregunta ¿será posible lograr las metas señaladas? la pregunta queda abierta. En cuanto a la disposición final, el Departamento, según las cifras de la tabla 2, coloca 1.408.810 toneladas al año en los rellenos sanitarios.

En lo concerniente al tipo de aprovechamiento no se pudo recoger la información para el total del departamento, un análisis preciso no es posible con los datos allegados, sin embargo, se puede extraer varios elementos indicadores, como es que el sistema o tipo de

aprovechamiento más usado es el reciclaje, que en la mayoría de los municipios del departamento no presentan información respecto a qué tipo de aprovechamiento están realizando. Solamente se puede establecer con certeza el tipo de aprovechamiento en los municipios de la jurisdicción de Corantioquia. De esta manera, por ejemplo, se pudo establecer que de los 54 municipios 7 municipios utilizan el tipo de aprovechamiento reciclaje; 12 municipios no tienen ningún tipo de aprovechamiento; 24 tienen ruta selectiva de reciclaje; 10, composteras aprovechando los residuos orgánicos; uno aplica la lombricultura sobre orgánicos; y finalmente 4 municipios tienen estaciones de clasificación y aprovechamiento. Hay que aclarar que este no es un tipo propiamente dicho de aprovechamiento, es tan solo una infraestructura donde se reciben los residuos se clasifica y se separa, luego se aplica el tipo de aprovechamiento que es reciclaje, compostera, entre otros.

Tabla 2

Disposición Subregiones de Antioquia

SUBREGIÓN	GENERACIÓN (TON/AÑO)
VALLE DE ABURRA	1.023.865
BAJO CAUCA	39.884
MAGDALENA MEDIO	17.855
NORDESTE	31.752
NORTE	26.914
OCCIDENTE	18.401
ORIENTE	95.487
SUROESTE	30.825
ÚRABA	123.425

Total Departamento

1.408.410

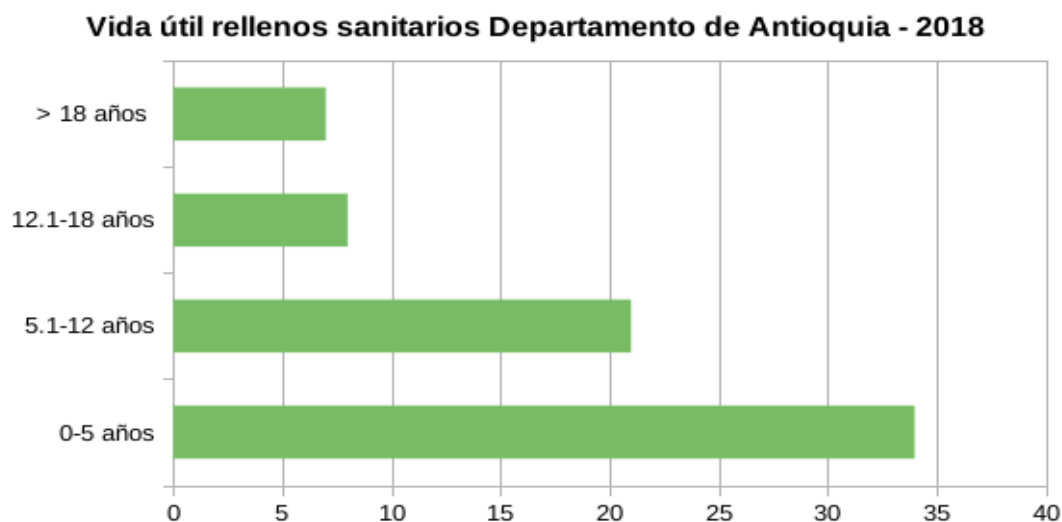
Tabla 3

Aprovechamiento subregionales de Antioquia

SUBREGIÓN	APROVECHAMIENTO (TON/AÑO)
VALLE DE ABURRA	162.623
BAJO CAUCA	827
MAGDALENA MEDIO	769
NORDESTE	4.867
NORTE	5.546
OCCIDENTE	2.166
ORIENTE	30.237
SUROESTE	11.508
ÚRABA	72
Total Departamento	218.614

Vida Útil

Como ya se ha mencionado, el relleno es el sistema más económico y utilizado para la disposición de los residuos sólidos, por lo tanto, el indicador que mide la salud en el manejo de los residuos sólidos es el de la vida útil. Los datos consolidados al 2018 de este indicador revelan una situación preocupante pues 34 rellenos en el departamento tienen una vida útil de entre 0 y 5 años, lo que representa el 48.6 % de los rellenos del departamento. Luego en un rango de 5 a 12 años de vida útil, hay 21 rellenos, lo que equivale al 30 % del total. Quedan 8 rellenos con una vida útil entre 12 y 18 años y 7 con más de 18 años. Observe la figura 12.

Figura 12*Vida útil de los rellenos sanitarios en Antioquia*

Es un hecho que al paso de estos cinco años y con el cierre, se avecina una problemática mayor de impacto ambiental, los rellenos no solo se conocen por generar emisiones de metano, polución y lixiviados que contaminan el suelo y las aguas, sino que también limitan el desarrollo urbano.

En la revisión bibliográfica sobre la materia, se pudo identificar que existe un método temporal para mitigar el cierre o desmonte del vertedero y prolongar la vida útil. Es la llamada minería de rellenos, véase Krook, Svensson y Eklund (2012). El desmantelamiento o cierre de rellenos se puede realizar argumentando diferentes aspectos. Hasta ahora, los más comunes, se derivan principalmente de aspectos ambientalmente relevantes, la vida útil de los rellenos existentes o en el contexto de otras formas de uso del suelo. Pero, la minería de relleno es otro aspecto que se ha venido implementando en algunos países desarrollados. Este método de cierre tiene que ver con la idea de extraer del relleno materia prima y producción de productos comercializables. La debilidad fundamental del método es la cantidad y calidad de las sustancias incorporadas al relleno. En Colombia, y particularmente en Antioquia, no se

dispone de información suficiente sobre este método de cierre y desmantelamiento de rellenos permitiendo alargar la vida útil.

Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos - PGIRS

Apartes arriba se escribió que desde el nivel nacional, se ordenó, mediante decreto (1073 de 2015) y política (Conpes 3874 de 2016) la elaboración de Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), dichos planes deben tener un alcance regional y local, por ello, cada municipio y departamento debe elaborar su propio PGIRS, sobre el cual, cada entidad ambiental territorial le corresponde su seguimiento, vigilancia y evaluación, ver figura 6.

Los datos recolectados sobre los PGIRS indican que en el departamento, los 125 municipios elaboraron dichos planes. Adicional, el Valle de Aburra elaboró un PGIRS regional para el Área Metropolitana.

Dado lo anterior, el estado actual de los PGIRS en el departamento es el siguiente, según la autoridad ambiental encargada.

Corpouraba, revisó todos los planes de los municipios en su jurisdicción y reportó el estado, todos actualizados; y la vigencia por 12 años. Ver figura 13

Figura 13*Estado y vigencia de los PGIRS jurisdicción Corpourabá*

Municipio	Adopción <u>PGIRS</u> por el municipio	Estado	Vigencia
Abriaquí	Decreto Municipal N° 006 de enero 07 de 2016	Actualizado	12 años
Apartadó	Decreto Municipal N° 254 de diciembre 19 de 2015	Actualizado	12 años
Arboletes	Decreto Municipal N° 073 de julio 10 de 2014	Actualizado	12 años
Cañasgordas	Decreto Municipal N° 010B de marzo 18 de 2015	Actualizado	12 años
Carepa	Decreto Municipal N° 183 del 17 de diciembre de 2015	Actualizado	12 años
Chigorodó	Decreto Municipal N° 140 de noviembre 10 de 2015	Actualizado	12 años
Dabeiba	Decreto Municipal N° 101 de septiembre 29 de 2005	Actualizado	12 años
Frontino	Decreto Municipal N° 58 de octubre 22 de 2015	Actualizado	12 años
Giraldo	Decreto Municipal N° 92 de noviembre 22 de 2017	Actualizado	12 años
Murindó	Acuerdo Municipal N° 009 de agosto 22 de 2016	Actualizado	12 años
Mutatá	Decreto Municipal N° 181 de diciembre 15 de 2015	Actualizado	12 años
Necoclí	Acuerdo Municipal N° 015-15 de octubre 14 de 2015	Actualizado	12 años
Peque	Decreto Municipal N° XX de junio 01 de 2015	Actualizado	12 años
San Juan de Urabá	Decreto Municipal N° 027 del 06 de julio de 2015	Actualizado	12 años
San Pedro de <u>Urabá</u>	Decreto Municipal N° 053-A del 04 de abril de 2016.	Actualizado	12 años
Turbo	Decreto Municipal N° 877 de septiembre 05 de 2016	Actualizado	12 años
Uramita	Decreto Municipal N° 61 de noviembre 22 de 2016	Actualizado	12 años
Urrao	Decreto Municipal N° 067 de diciembre 18 de 2015	Actualizado	12 años

Para el caso de Cornare, con corte a febrero de 2021, indica que en 16 municipios de su jurisdicción (de 26), los PGIRS están en estado, proceso de revisión y actualización; 7 municipios no presentan estado y 3 están en estado actualizados. Ver figura 14.

Figura 16*Estado y vigencia de los PGIRS jurisdicción Corantioquia*

Municipio	Tiene PGIRS	Est. Actualizado	Municipio	Tiene PGIRS	Est. Actualizado	Municipio	Tiene PGIRS	Est. Actualizado
Caicedo	Si	SI	Taraza	Si	NO	Ituango	Si	
	Si	Tiene documento de actualización al año 2010		Si	SI		Si	Sin documento de actualización, sin conformación de grupo
Ebejico	Si		Valdivia	Si	NO	San Andres de Cuerguía	Si	NO
	Si	Actualizaron documento y esta listo para entrega en corantioquia		Si	SI		Si	Proyecto con EPM para la actualización
Liborina	Si	NO	Zaragoza	Si	NO	San José de la Montaña	Si	NO
	Si	Estan realizando la actualización de la zona urbana y rural		Si	SI		Si	SI
Olaya	Si		Angostura	Si	NO	San Pedro de Los Milagros	Si	SI
	Si	Conformaron el equipo para la actualización		Si	NO		Si	SI (2009)
Sabanalarga	Si	NO	Anorí	Si	NO	Santa Rosa de Osos	Si	NO
	Si	SI (2012)		Si	NO		Si	SI(2012)
San Jeronimo	Si	NO	Belmira	Si	NO	Toledo	Si	SI
	Si	SI (2013)		Si	NO		Si	
Santa Fe de Antioquia	Si	SI	Briceño	Si		Yarumal	Si	
	Si	Actualizado a 2010		Si	SI		Si	NO
Sopetran	Si	SI	Campamento	Si	NO	Amalfi	Si	NO
	Si	Actualizado a 2010		Si	NO		Si	NO
Caceres	Si	NO	Carolina del Principe	Si	SI (Colocan el decreto anterior)	Caracoli	Si	NO
	Si	SI		Si	E l documento final se encuentra en la corporacion		Si	SI
Caucasia	Si	NO	Don Matias	Si	NO	Cisneros	Si	NO
	Si	SI		Si	Estan en proceso de actualización		Si	NO
El Bagre	Si	NO	Entrerrios	Si	NO	Maceo	Si	NO
	Si	SI		Si	NO		Si	NO
Nechi	Si	NO	Gomez Plata	Si		Puerto Berrio	Si	
	Si	SI		Si	Contrataron con PRODESARROLLO la actualización del PGIRS, estan por entregar documento final		Si	SI
				Si				
			Guadalupe	Si	No se esta realizando proceso de actualización de PGIRS, aunque el proceso de este lo maneja la UMAT			

Figura 17*Estado y vigencia de los PGIRS jurisdicción Corantioquia*

Municipio	Tiene PGIRS	Est. Actulizado
Puerto Nare	Si	NO
	Si	NO
Remedios	Si	NO
	Si	SI
Segovia	Si	NO
	Si	NO
Vegachi	Si	NO
	Si	NO
Yali	Si	SI (NO HAY ADOPCION)
	Si	SI (NO HAY ADOPCION)
Yolombo	Si	
	si	SI
Yondo	si	
		NO

Conclusiones

La tarea de esta investigación fue desde el comienzo contribuir al diagnóstico actual del manejo de los residuos sólidos y de cómo, con una introducción tardía, se comienza a desarrollar el manejo dentro de una economía circular.

Las piedras angulares de la política de residuos colombiana se depositaron hace más o menos 40 años. Desde entonces se han producido considerables, aunque lentos, procesos de cambio. La gestión de residuos viene pasando de una sociedad de descarte o eliminación a una economía circular. La política de residuos ha cambiado en el proceso, pero las condiciones económicas, sociales y ecológicas también son diferentes hoy que a principios de la década de los setenta. En este camino de desarrollo, como se pudo observar en el recorrido normativo y datos analizados, la gestión colombiana de residuos y reciclaje se caracteriza por cinco cambios importantes.

Primero, el modelo de política de residuos cambió, inicialmente, la protección del medio ambiente y la salud local eran el objetivo general, luego se introdujo el proceso de eliminación de residuos para la seguridad. Más recientemente, han pasado a primer plano la conservación de los recursos, el aumento de la eficiencia y la promoción de la gestión del reciclaje sostenible.

En segundo lugar, la política de residuos fue establecida en la ley y se elevó a rango constitucional. La legislación sobre residuos fue cambiando desde las leyes que establecían la eliminación de residuos en la década de los setenta, hasta una ley de gestión de residuos en la

década de los noventa y una ley de reciclaje a partir del año dos mil. La prevención antes que el reciclaje y antes que la eliminación se viene estableciendo como un principio básico y como política de nuevas acciones gubernamentales.

Pero la acción previa más importante para la implementación de los principios rectores legalmente anclados de una gestión de residuos y reciclaje respetuosa con el medio ambiente, ha sido el cambio de mentalidad entre los ciudadanos y la economía, lo que constituye el tercer cambio, a pesar del camino que aún falta por recorrer. Por otro lado, se tiene que reconocer que las actitudes y los modos de comportamiento en el hogar y las empresas han cambiado en los últimos años y han evolucionado desde una mentalidad orientada a la eliminación de residuos a una mentalidad orientada al reciclaje y lentamente a la prevención y la implementación de la economía circular.

En cuarto lugar, las empresas colombianas se vienen adaptando en los últimos años a las nuevas exigencias que han seguido las líneas del desarrollo sostenible a lo largo de los años, a saber, cambios en el modelo producción lineal, hasta un modelo de producción que reutiliza, preserva y recicla. Del mismo modo, las empresas actualmente generan planes de manejo de residuos, que van desde la gestión ambiental relacionada con los sitios de producción (fábricas) a líneas de productos (las cadenas de valor).

Y finalmente, en quinto lugar, está el cambio en los valores sociales y el mayor desarrollo del marco legal, la economía colombiana se proyecta pasar de una economía continua a una economía circular.

Hasta aquí se destaca lo positivo del estado actual del manejo de residuos sólidos en Antioquia, que a su vez, es una muestra del estado a nivel nacional. Ahora, lo negativo o mejor, según el análisis, la deficiencia del proceso.

La información sobre disposición, aprovechamiento, manejo, entre otros, por parte de los operadores es insuficiente. A pesar de que, por norma, se creó el SIU, a nivel nacional que es un sistema de información en el cual los operadores están obligados a subir la información correspondiente. Adicional, están las autoridades ambientales que son las que siguen, monitorean y evalúan los sistemas de disposición y aprovechamiento.

El hallazgo más importante de esta investigación fue la vida útil de los rellenos, pues, cerca del 70% de ellos están entre una vida útil entre un año y doce años. Problema, porque cada año aumenta la producción, el consumo y la disposición. Y cada vez, es más difícil conseguir los espacios para los lugares de disposición.

Frente a la política, ya se ha visto que ésta no carece de contenido, ni de leyes, normas o resoluciones. El rastreo de la información dio cuenta de que la política de gestión o manejo de residuos sólidos en Colombia y en Antioquia es suficiente y basta para resolver muchos de los problemas que hoy en día existen en la materia. El problema que se encontró fue falta de ejecución, falta de presupuesto y falta de voluntad institucional para que la política se ejecute con eficiencia, eficacia y determinación.

Finalmente, una problemática acuciante y que tiene que ver con el punto anterior, es la falta de infraestructura y de educación o cambio de cultura en la población. Esta última, línea

que el programa Basura Cero incorpora, no tiene el suficiente alcance, ni el suficiente impacto para lograr el cambio de cultura en la población que es fundamental.

Si bien ha habido un progreso significativo en el desarrollo de la economía circular y los residuos locales, surgen desafíos futuros a nivel del desarrollo sostenible internacional. Esto significa que las soluciones globales y la cooperación internacional van a ganar, o mejor, están ganando importancia.

El desarrollo sostenible, que ahora se considera un modelo en todo el mundo, constituye la dirección de desarrollo futuro de la gestión colombiana de residuos y reciclaje. Esto presenta nuevos desafíos para la política de residuos y sostenibilidad, particularmente aquellos que giren entorno a diseños de políticas económicamente viable, que protejan el medio ambiente y mejoren la coordinación de los distintos objetivos de sostenibilidad económica, ecológica y social. Tanto los políticos como las empresas, los consumidores y el público deben adaptarse a estos desafíos. Su interacción llevará a la industria colombiana de residuos y reciclaje a una nueva era.

Recomendaciones

Después del análisis de los datos y formar conclusiones al respecto, este trabajo se propone pincelar en el basto lienzo de este tema, algunas recomendaciones tendientes a mitigar parte del problema en al gestión o manejo de residuos sólidos. Contribuir, mediante esta indicación a fortalecer el sistema de manejo de residuos.

La primera recomendación y que para esta investigación es fundamental, pues dentro de las políticas en la materia, iniciativas e innovaciones es una constante que siempre va en segundos planos o se deja como parte para conformar la integralidad, pero no es lo fundamental. Contrario, considera esta investigación, como ya se dijo, debe ser el soporte del sistema de gestión de residuos, se habla entonces, de la educación y la cultura, En el programa basura cero, se evidencio que esta línea carece no solo de presupuesto, sino también de alto impacto. La propuesta claramente es que la educación y la cultura entorno al manejo de los residuos sólidos y la economía circular esté en las primeras en presupuesto y ejecución.

Tecnología, es una palabra que suena como la solución a todo, pero no lo es, sin embargo, se puede implementar varios desarrollos e iniciativas, que ayudan a mitigar y transformar problemas en el tema tratado. En esta oportunidad, se propone, sobre todo para el manejo de rellenos sanitarios, la implementación de tres tecnologías, el IoT²³, Monitoreo remoto, y tecnologías de control. Estas tres tecnologías forman un conjunto que

23 Significa el Internet de las Cosas (en inglés Internet of Things), y no es más que la tendencia de conectar todo tipo de objetos físicos a la internet. Posibilitando la transferencia bidireccional de datos e instrucciones. El abanico de aplicaciones es inmenso con este desarrollo.

“These three technologies have the capabilities to revolutionize the landfill industry by reducing operations and maintenance cost and by reducing environmental liabilities and their associated costs,” says David P. Hostetter, regional manager for SCS Engineers’ Remote Monitoring and Control (RMC) Group, based in Long Beach, Calif. “Beyond this, the data collected by these systems has the potential to help further improve the operations of the landfills by helping landfill managers, operators and engineers to make more informed decisions.” [“Estas tres tecnologías tienen la capacidad de revolucionar la industria de los rellenos sanitarios reduciendo el costo de operación y mantenimiento, y reduciendo las responsabilidades ambientales y los costos asociados a ello” dice David P. Hostetter, director regional de SCS Engineers’ Remote Monitoring and Control (RMC) Group, sentado en Long Beach, California. “además, los datos recolectados por este sistema tiene el potencial de ayudar a las operaciones de los vertederos, ayudando a los directores del relleno, operadores e ingenieros a tomar decisiones basadas en mejores datos.”] (Greenwalt, 2018, párrafo 5)

Otra propuesta que emana del análisis, tienen que ver con un cambio de sistema de disposición, la tecnología de termovalorización, en palabras simples, es hacer de los residuos dispuestos energía a través de la incineración. En Colombia, ya ha estudiado y se ha propuesto esta tecnología desde hace años. En 1984 un estudio de la Universidad Nacional llamado *Estudio de la central térmica para Bogotá empleando las basuras que se recogen en la ciudad* recomendaba en ese entonces, cuando se estaba conformando el relleno de Doña Juana en Bogotá, que la mejor opción era la tecnología de la termovalorización. Dicha recomendación, en palabras de Ramos (2020) queda planteada de la siguiente manera:

sin embargo no se tuvo en cuenta, sino que, por el contrario, la política nacional y distrital se centró en sustituir los botaderos a cielo abierto, la quema incontrolada de

residuos y su disposición en cuerpos de agua, por una tecnología de enterramiento realizada en forma técnica que redujera la afectación al medioambiente. (párrafo 3)

Actualmente, En Medellín y Antioquia, se viene discutiendo nuevamente el tema. La iniciativa se viene planteando desde el Observatorio de CT + i adscrito a Centro de Innovación y Negocios de Medellín Ruta N. El observatorio en un trabajo de inteligencia económico elaboró el *informe No. 1 Área de oportunidad Waste-to-Energy – Residuos Sólidos Urbanos*, donde plasmó los diferentes avances en el tema de convertir la basura en energía.

¿Convertir basura en energía limpia? A esto le apuesta el proyecto que la compañía Exergy, de Reino Unido, propuso para la capital antioqueña. Gracias a la gestión de la ACI Medellín, esta empresa europea llegó a trabajar a la ciudad por el cuidado ambiental.

Así comienza la publicación en la página web de la ACI²⁴, para publicitar la inversión que está haciendo dicha empresa en la ciudad con el proyecto Waste2Energy que consiste en: instalar una planta de reciclaje, incineración y aprovechamiento de subproductos conectados con la Planta de Tratamiento de aguas residuales (PTAR) de EPM, desde donde se podría generar energía eléctrica y térmica, además de subproductos que podrían servir para la industria de la construcción. (Centeno, 2019, párrafo 13)

24 Agencia de Cooperación Internacional de Medellín

La ventaja de esta tecnología es que no se requiere de grandes exenciones de tierra para colocar en funcionamiento un sistema de disposición final. La desventaja es que, si bien es un cambio de tecnología para mejorar el impacto ambiental de los rellenos sanitarios, las iniciativas de reducción de residuos a largo plazo la harían inviable. Por el momento es una solución a la crisis de los rellenos (vida útil).

En el mismo sentido de la recomendación anterior, se hace la recomendación de situar para el Área Metropolitana y el Valle de Aburra dos Estaciones de Clasificación y Aprovechamiento de Residuos Sólidos Reciclables – ECAS. Pues estas se articulan a la política nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos y contribuirían a escala regional al fomento de la economía circular, el desarrollo sostenible, la adaptación y mitigación al cambio climático.

La última iniciativa legal que se planteó la resolución 2184 de 2019, expedida por el ministerio de vivienda que establece el código único de colores para la separación de residuos sólidos. Esta disposición se hace obligatoria para los municipios y se deberá vincular al Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS). De la pronta implementación que cada municipio realice, se podrá avanzar en las metas trazadas por la política de manejo de residuos sólidos del Departamento.

Bibliografía

Acurio, G. & et. al. (1997). *Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo.

Alcaldía de Medellín. (2019). *Estudio de mercado: reciclaje - economía circular*. Alcaldía de Medellín.

Banco Mundial. (23 de septiembre de 2019). *Solid Waste Management*. The World Bank. Recuperado desde <https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/brief/solid-waste-management>

Benavides, T. E. N. & Vásquez, M. L. A. (2014). Análisis del Aprovechamiento de los Residuos Sólidos en la ciudad de Medellín. *Facultad de Derecho, Universidad de San Buenaventura Seccional Medellín*. Recuperado desde <https://cutt.ly/kcflVjS>

Bleischwitz, R. (2010). International economics of resource productivity - Relevance, measurement, empirical trends, innovation, resource policies. *International Economics and Economic Policy* , (7), 227-244. doi:<https://doi.org/10.1007/s10368-010-0170-z>

Cancillería de Colombia. (2021). *Economía circular*. <https://www.cancilleria.gov.co/economia-circular>

Cardentey, J. R., Pérez, J. I. & Cruz, R. P. (2008). Los Principios de la Termodinámica, uno de los soportes de la economía ecológica y el rol de la escuela en su concientización.

Mendive, 6 (4), 272-278. Recuperado desde

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6320250.pdf>

Castaneda, A. A., Correa, O. A. & Ortiz, L. S. (2015). *Estrategias para disminuir las cargas de residuos sólidos dispuestos en los rellenos sanitarios del Departamento Antioquia como fomento de la responsabilidad socio ambiental* [Tesis de maestría, Corporación Universitaria Minuto de Dios].

Centeno, F. (27 de febrero de 2019). *Energía sostenible es la apuesta que tiene Medellín*.

<https://www.acimedellin.org/energia-sostenible-es-la-apuesta-que-tiene-medellin/>

Colombia Productiva. (s.f.). *Economía circular, una forma de hacer negocios sostenibles: Manual con herramientas para implementar la Economía Circular en empresas*. Colombia Productiva.

Colorado, H. & Echeverri, G. I. (2020). Residuos sólidos en Colombia analizados a través de producto interno bruto: Hacia una economía sostenible. *Redin: Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (96), 51-63.

<https://doi.org/10.17533/udea.redin.20191046>

Collazos, H. & Duque, R. (2003). *Análisis regional de los instrumentos económicos para el manejo integral de residuos sólidos en América Latina y el Caribe: Estudio de caso del*

manejo integral de residuos sólidos en Montebello, Antioquia. [Tesis de maestría, Banco Interamericano de Desarrollo]. Recuperado de <https://cutt.ly/Scf9yRE>

Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2016). *Política nacional para la gestión integral de residuos sólidos*. Departamento Nacional de Planeación.

Corporación Ruta N. (2016). *Observatorio CT+i: Informe No. 1 Área de oportunidad Waste-to-Energy – Residuos Sólidos Urbanos*. Recuperado desde www.brainbookn.com

Deutsche Parlament. (2012). Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen. Recuperado desde <https://www.gesetze-im-internet.de/kwrg/>

Espaliat, M. (2017). *Economía circular y sostenibilidad*. CreateSpace.

González, V. A. (s. f). *Balance y sostenibilidad de los rellenos sanitarios en la jurisdicción de Corantioquia* [Diapositiva PowerPoint]. Tomado de <https://cutt.ly/UcfCOiB>

Greenwalt, M. (25 de julio de 2018). *Three Key Technologies that Make Landfill Operations More Robust*. Waste360. recuperado de <https://www.waste360.com/fleets-technology/three-key-technologies-make-landfill-operations-more-robust>

Kaza, Silpa, Lisa Yao, Perinaz Bhada-Tata, and Frank Van Woerden. (2018). *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Urban Development Series*. Washington, DC: World Bank. Doi:10.1596/978-1-4648-1329-0

Krook, J., Svensson, N. & Eklund, M. (2012). Landfill mining: A critical review of two decades of research. *Waste Management*, 32 (3), 513-520.

<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2011.10.015>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). *Colombia, 20 años siguiendo la Agenda 21*. (J. Sandoval & J. P. Liévano, Eds.).

Montoya, A. H. & et. al. (2018). Valoración de los residuos sólidos de la Comuna Dos de Bello (Antioquia), como sistema alternativo de aprovechamiento. *Cuaderno Activa*, (10).

Montoya, R. A. F. (2012). Caracterización residuos sólidos. *Cuaderno Activa*, (4), 67-73.

Naciones Unidas. (2002). *Informe de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, Johannesburgo (Sudáfrica), (26 de agosto a 4 de septiembre de 2000)*, A/CONF.199/20*. Naciones Unidas.

OIT-UIA. (2020). *El futuro del trabajo en el mundo de la Industria 4.0*. Organización Internacional del Trabajo.

Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2008). *Directiva 2008-98-CE*.

Recuperado desde <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2008/98/oj>

PNUMA. (2014). *Convenio de Basilea sobre el control y los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación*. Naciones Unidas. Recuperado desde <https://www.marn.gob.gt/Multimedios/3196.pdf>

Ramos, G. P. (8 de mayo de 2020). *Una tecnología equivocada, el problema del Relleno Sanitario Doña Juana*. UN Periódico Digital, Tomado de <https://cutt.ly/ScgqUDM>

Riechmann, J. (2010). Entropía, recursos naturales y economía ecológica. *Review of Scientific Instruments*, (53). Recuperado desde <https://cutt.ly/ila3wcK>

Robin, R. J., Salvador, A. M., Karen, P. & Michael, J. P. (2003). The Determinants of Household Recycling: A Material Specific Analysis of Recycling Program Features and Unit Pricing. *Resources for the Future. Journal of Environmental Economics and Management*, 45 (2), 26. doi:[https://doi.org/10.1016/S0095-0696\(02\)00054-2](https://doi.org/10.1016/S0095-0696(02)00054-2)

Schwab, K. (2016). *La cuarta revolución industrial*. El Tiempo Casa Editorial.

Segura, V. S. C. & Jaimes, M. S. (2016). *Análisis de caso en la generación de residuos sólidos domiciliarios y sus determinantes en el departamento de Antioquia 2007-2013* [Tesis de maestría, Universidad de la Salle]. Recuperado desde <https://ciencia.lasalle.edu.co/economia/107>

Suescún, E. J. (2020). De la cuarta revolución urbana a la cuarta revolución industrial: desafíos alrededor de la problemática ambiental de la calidad del aire para Medellín y el Valle de Aburrá. *Trilogía, ciencia, tecnología y sociedad*, 12 (22), 7-14.

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2018). *Informe de Disposición Final de Residuos Sólidos - 2017*. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

Tansey, R. & Zacune, J. (2015). *Amigos de la tierra*. Amigo de la Tierra.